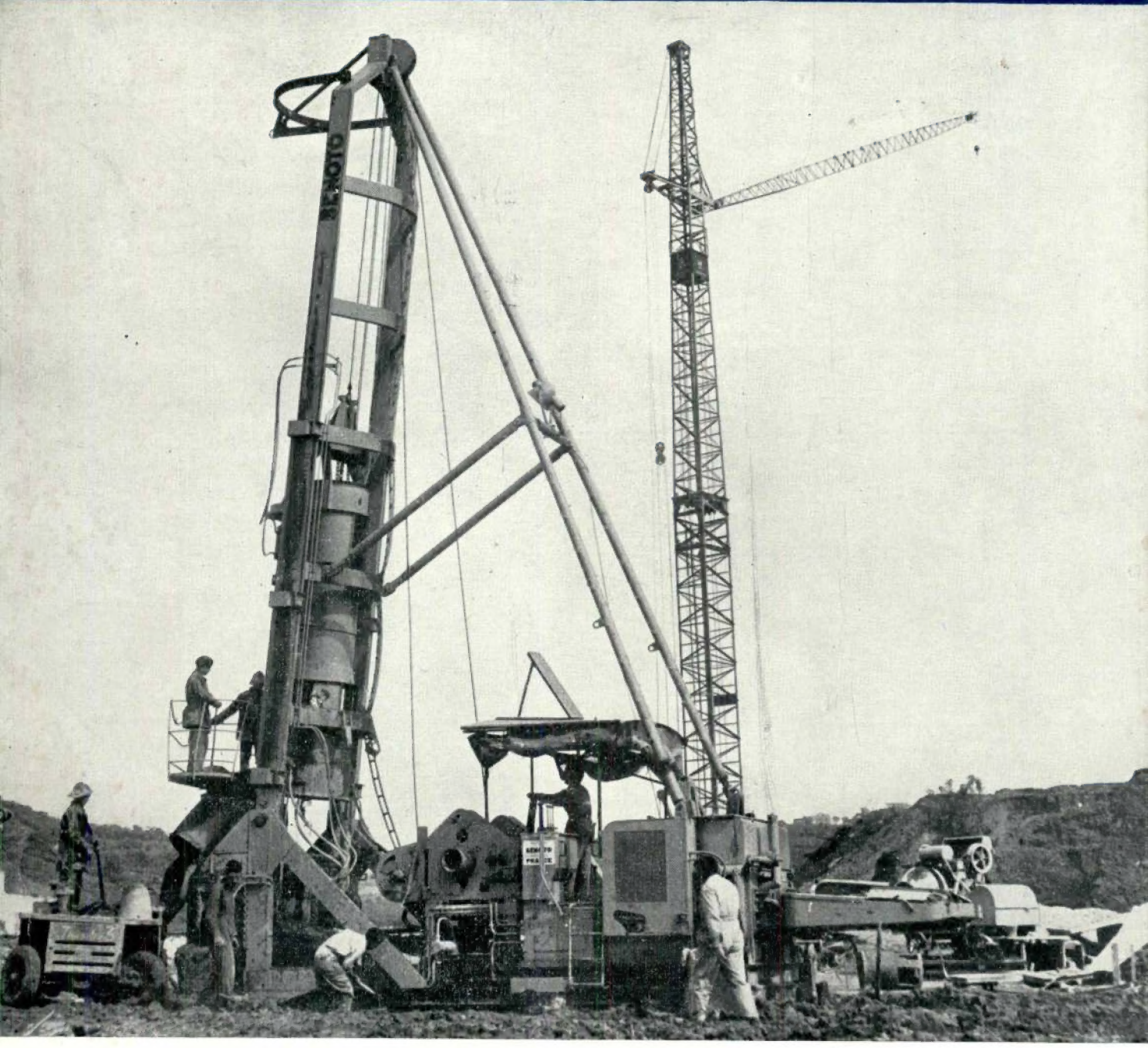
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I. S. T.

N.º 281-ABRIL-1958

CIMENTO SECIL

O CIMENTO PARA OBRAS DE GRANDE RESPONSABILIDADE

4 fornos rotativos — 300.000 toneladas anuais

Fábrica no Outão — Setúbal

Lisboa — Rua do Comércio, 56-3.º

Desde o Distrito de **VIANA DO CASTELO** ao de **LEIRIA** e nos Distritos de **SETÚBAL** e **ÉVORA** as

FÁBRICAS
CIDADES
VILAS e
ALDEIAS portuguesas

são abastecidas de

ELECTRICIDADE

para

FORÇA MOTRIZ E TODOS OS USOS INDUSTRIAIS, LUZ, ETC., a TARIFAS MUITO VANTAJOSAS e com as **maiores facilidades**,

pela

UNIÃO ELECTRICA PORTUGUESA

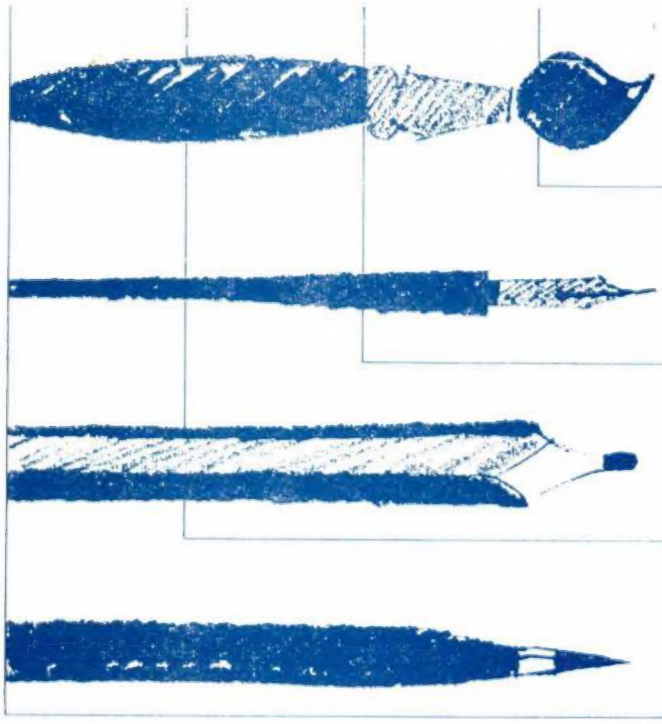
e produzidas nas CENTRAIS:

Thérmica do FREIXO .... 22.000 CV
Hidráulica do LINDOSO... .... 100.000 CV
Thérmica da CACHOFARRA... 14.000 CV

Os Escritórios da UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA são:

NO PORTO Rua Duque de Loulé, 148
EM LISBOA Rua Rosa Araújo, 35

4 papeis suiços de alta qualidade, para todas as necessidades técnicas



DÉPOSÉ SIHL SUPERBUS — Papel de desenho mate e acetinado granitado para aguarelas.

SIRIUS — Papel de desenho acetinado.

ASSISTENT — Papel de desenho mate.

Utoplex — Papel vegetal mate e acetinado.

Exija expressamente Papel Sihl
Papeteries Zuricoises sur Sihl Zurich

SIHL

Venda em Portugal: NUCLEON Equipamentos de Precisão, Lda.
Av. António Augusto de Aguiar, 165, Lisboa

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Ano XXXII - N.º 281 Abril de 1958

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 77 01 44 (Linha 50)

DIRECTOR

CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA

ADMINISTRADOR

RICARDO MANUEL SIMÕES BAYÃO HORTA

SECRETÁRIO

ALEXANDRE CERVEIRA

REDACTORES

ARTUR BAPTISTA
JOÃO MARTINS DE CARVALHO
JOÃO ULRICH
JORGE FONTAINHAS
LUÍS AIRES BARROS

★

NUMERO AVULSO 12$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	32$50	50$00	95$00
Ultramar Português e Espanha	—	55$00	100$00
Estrangeiro	—	80$00	110$00

★

EDITOR E PROPRIETÁRIO

ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

★

COMPOSTO E IMPRESSO NA

Tip. JORGE FERNANDES, L.DA

RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Máquina «Benoto» E. D. F. 55, executando estacas de 1 m de ø e 60 m de comp., nas fundações do viaduto de Sacavém, sobre o Rio Trancão, na auto-estrada do Vale do Tejo. — Construções Técnicas, Lda.

Págs.

Ao Professor Mira Fernandes
Pelo Eng.º Luís de Almeida Alves 479

O engenheiro na empresa perante o progresso técnico e a previsão económica
Por António da Silva Teixeira 481

Notas informativas — **Elementos sobre a produção e consumo de energia na rede eléctrica nacional** 490

Pozolanas, betões com pozolanas e cimentos pozolânicos
Pelo Eng.º A. de Sousa Coutinho 491

Enquadramento do transistor na teoria dos Quadripolos lineares
Pelo Eng.º J. Mariano Jervis Pereira 523

Conclusões do II Congresso dos Economistas Portugueses e do II Congresso da Indústria Portuguesa . . . 542

Sobre a utilização de tubos de polietileno flexível em canalizações de água
Pelo Eng.º Afonso Rodrigues Jorge Fernandes 549

Do Mundo Técnico 554

Biblioteca 557

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

Pág.

A

Agência Geral de Material Eléctrico, Ltd.ª VII
António Pacheco Agostinho XXXIII
Atlantic — Fábrica Lusitana de Tintas e Vernizes, Limitada XXXVII
António Baró XLV
Azevedo & Pessi, Ltd.ª XLVII

B

Bouhon & Irmão, Ltd.ª XLV

C

Centrozap XXXI
Centro de Cooperação Técnica . . . XXIII
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . IV
Companhia «Cimento Tejo» XIII
Companhia Portuguesa dos Petróleos BP XXXII
Companhia União Fabril. XVIII
Construções Técnicas, Ltd.ª XI
C. Santos, Ltd.ª . . . . . VIII e XLII

E

Edmond Dardel II
Electro-Arco, Ltd.ª XLIII
Emílio de Azevedo Campos & C.ª, Ltd.ª XIX
Empresa Electro Cerâmica IV
Empresa de Produtos Asfálticos. . . XIV
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos XLVI
Eng.º Augusto Cavaco XLVII

F

Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, Ltd.ª XXXVIII
Fábrica Portugal X
Facto, Lda. XXII

G

General Electric Portuguesa XXVI

H

Harker Sumner & C.ª, Ld.ª XLV
Henriques & Castro, Ltd.ª XI
Henry Wiggin XXXVI
Horácio Alves XLVII
H. Vaultier XXXIII

I

INEL XXVII

J

Jayme da Costa, Lda. XXV
J. B. Fernandes & C.ª, Lda. XX
J. Nascimento Cordeiro XXVI

Pág.

L

Leacock (Lisboa), Ltd.ª XV
Lusinstal XLI

M

Mabor XLIII
MAN XXX
Máquinas de Precisão, Ltd.ª XLI
Monteiro Gomes, Ltd.ª XII

N

Nordberg XL
Nucleon . . . . . 2.ª da capa

P

Papelaria Fernandes XXI
P. Bellasi XVI
Pimentel & Casquilho, Ltd.ª III

R

Rolim Comercial XXXV

S

Santos Mendonça, Lda. XLIV
S. E. Moniz da Maia & Vaz Guedes, L.da XVII
Simca Portuguesa XXXV
SKF XXIV
SMEIA VI
Sociedade Construtora Portuguesa, Ltd.ª I
Sociedade de Electricidade Brown Boveri . . . . . 4.ª da capa
Sociedade Electrom XLIII
Sociedade Fabril de Matérias Plásticas XXVIII
Sociedade Portuguesa Cavan XIV
Socotel V
Sofai XLVIII
SOMEC XIII
SONAP XXXIV
Sondagens Ródio, Ltd.ª XLV
SOPECATE XLIII
Spril XX
Standard Eléctrica IX

T

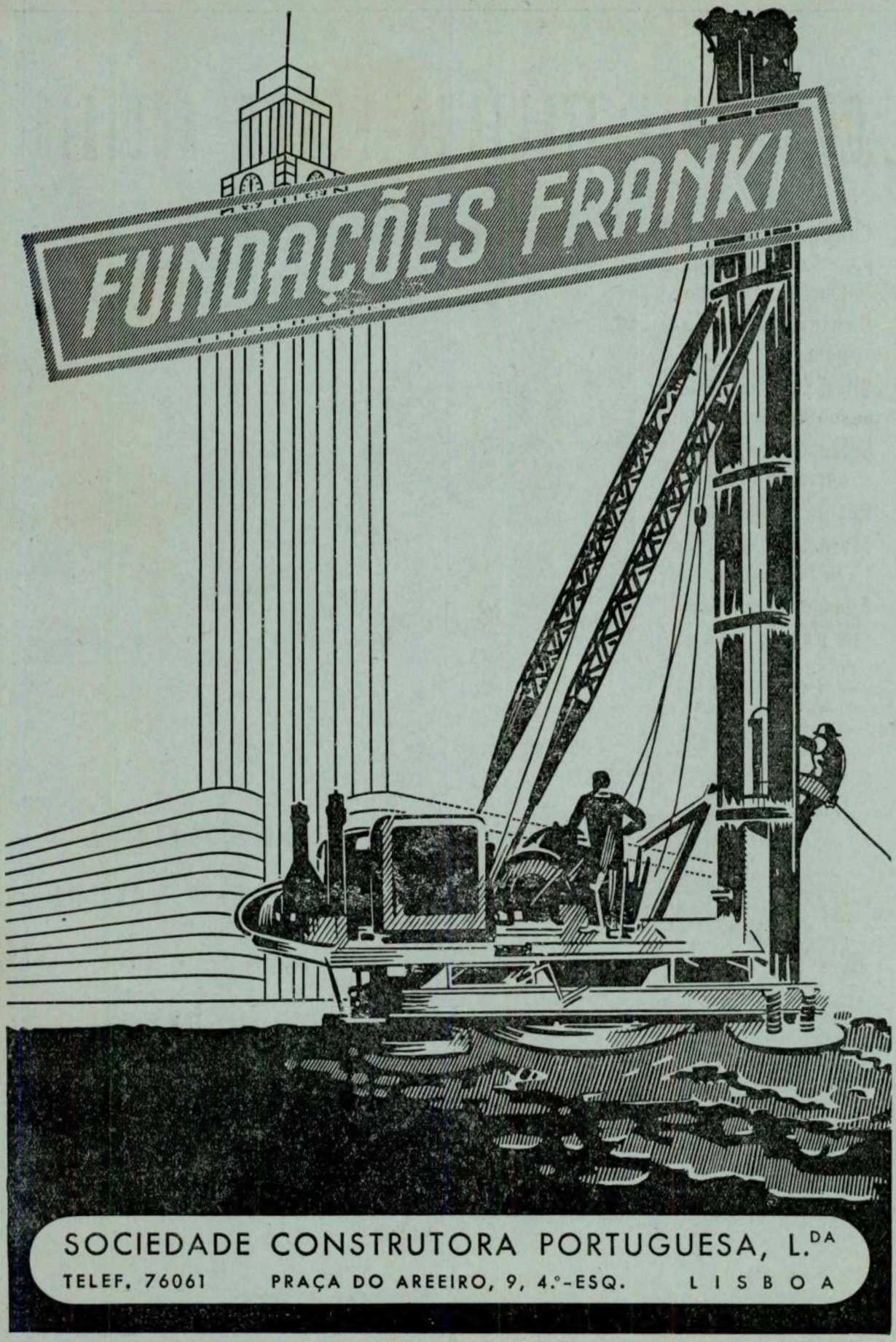
The Engineering Company of Portugal, Ltd. XXIX
Tintas Valentine XXXIX

U

União Eléctrica Portuguesa . . . . . 2.ª da capa
Universal XLVIII

V

Vasco Pessoa, Lda. XX
Vitrofib XXXIII


FUNDAÇÕES FRANKI
SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA, L.DA
TELEF. 76061 PRAÇA DO AREEIRO, 9, 4.º-ESQ. LISBOA

COMPAGNIA ITALIANA FORME ACCIAIO

Cofragens metálicas para todas as construções de betão.

Centrais de dosagem.

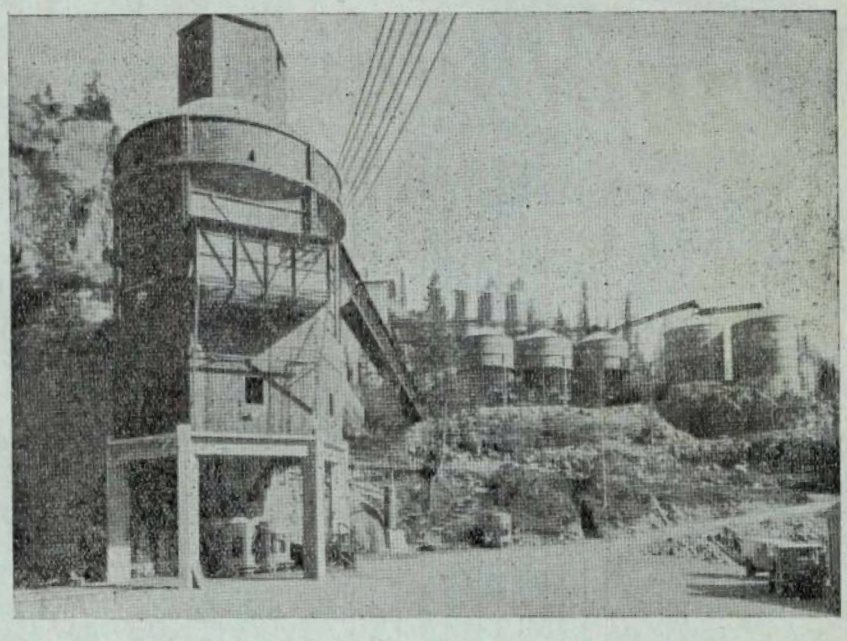
Silos para cimento, cascalho, areia, etc.

Baldes para transporte de betão.

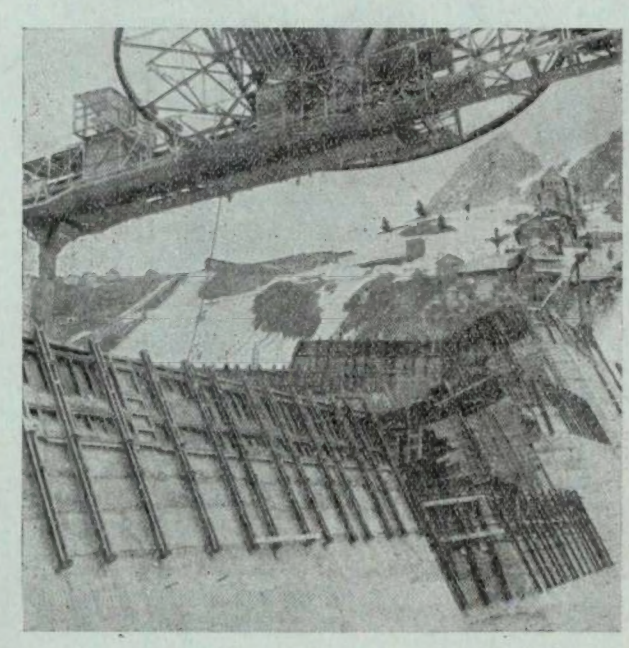
Pés de carneiro.

Elevadores verticais ou inclinados.

Alimentadores sem-fim para cimento, etc.



Consultem-nos para todos os vossos problemas de:



COFRAGEM E BETONAGEM

Agente Exclusivo:

EDMOND DARDEL

Engenheiro-consultor

RUA RODRIGUES SAMPAIO, 19-4.º B

Telefone 42289

LISBOA

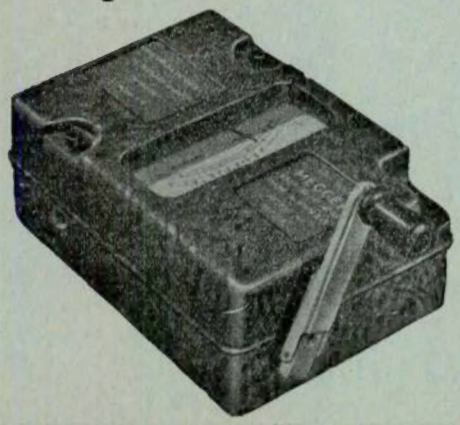
PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA

GRANDE SORTIDO
DE INSTRUMENTOS DE
PRECISÃO, CIENTÍFICOS
E INDUSTRIAIS

PARA

- ENGENHEIROS
- ARQUITECTOS
- CONSTRUTORES
- TOPÓGRAFOS
- DESENHADORES
- LABORATÓRIOS
- ESCOLAS
- OFICINAS

RUA DAS PORTAS DE SANTO ANTÃO, 75
LISBOA
TELEF.: 24314 • TELEG.: TECNA



O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 2 0464 — Lisboa
No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA — S. A. R. L.

Candal — Gaia

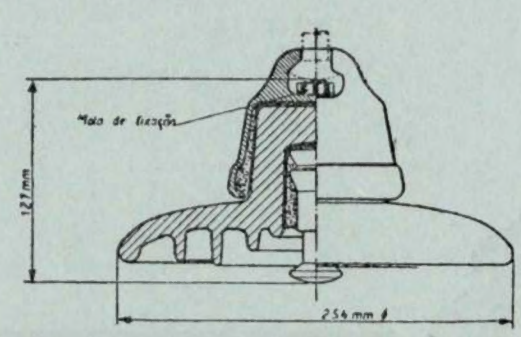
ISOLADORES DE CADEIA

Para suspensão

Tipo ACS 25

Este isolador é igual ao tipo I. B. S. 99 da firma inglesa Taylor Tunnicliff & Co., Ltd., por acordo com a qual o fabricamos

Peso aproximado: 4,3 kg cada elemento



Materiais

Porcelana vidrada em castanho.
Campânulas de ferro fundido maleável, galvanizadas por imersão a quente.
Hastes de aço macio galvanizadas por imersão a quente.
Molas de fixação de bronze fosforoso.

Sede — Largo Barão de Quintela, 3 — LISBOA

De Roll

Válvulas industriais para todos os fluídos, pressões e temperaturas

Fazem parte do nosso programa de fabrico:

1 Válvulas de membrana de borracha para todos os líquidos, em especial para os alcalis, ácidos e água. Temperaturas até 100° C Não tem empanque.

2 Válvulas de cunha PN 16,25 e 40 atm., para água sobreaquecida vapor e líquidos que ofereçam dificuldades de estanqueidade, para temperaturas de serviço superiores a 120° C, em ferro fundido ou aço vazado. Estanqueidade permanente.

3 Válvulas de passagem livre para ácidos PN 10 atm. em ferro fundido ou aço vazado inoxidável resistente aos ácidos.

4 Válvulas de corrediça de alta pressão, para todas as pressões e temperaturas que intervenham na indústria, em aço vazado norma ou aço vazado resistindo à fluência.

5 Válvulas para substâncias pastosas com aplicações na indústri da celulose e do papel assim como na indústria química.

6 Torneiras em Silacid, resistente a quási todos os ácidos empre gados na indústria química.

7 Válvulas de cunha sem empanque PN 6, 10 et 16 atm. para águ fria, água quente, vapor, ar comprimido, vazio e óleo, para tempe raturas de serviço até 120° C.

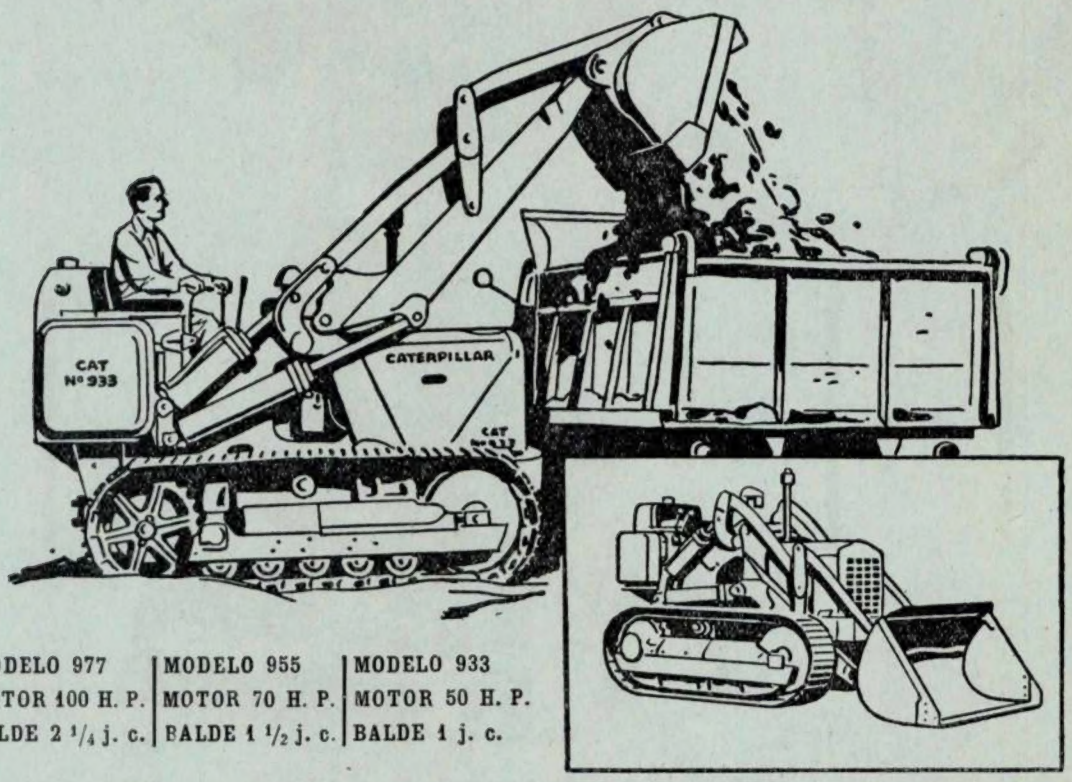
Société des Usines de Louis de Roll S.A.
Fábricas de Klus, Klus (Suiça)

Representantes em Portugal:
Socotel, Lda. Rua Sá da Bandeira, 651-4°. Esq.
Porto — Telef. 27013

CATERPILLAR

Caterpillar e Cat são Marcas Registradas de Caterpillar Tractor Co., dos E.U.A.

As pás hidráulicas CATERPILLAR, modelos Traxcavator 977, 955 e 933 oferecem maior rendimento e duração



MODELO 977	MODELO 955	MODELO 933
MOTOR 100 H. P.	MOTOR 70 H. P.	MOTOR 50 H. P.
BALDE 2 1/4 j. c.	BALDE 1 1/2 j. c.	BALDE 1 j. c.

- Embraiagem em banho de óleo, que dura 5 vezes mais do que as vulgares embraiagens do tipo seco;
- Inclinação apropriada do balde que permite menores desperdícios de carga durante a elevação;
- Asssento do operador em posição elevada, permitindo ver a área de trabalho, por cima do «capot»;
- Sistema hidráulico equipado com filtros eficazes;
- Rastos com sapatas de 3 garras;
- Motor de arranque a gazolina ou eléctrico.

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

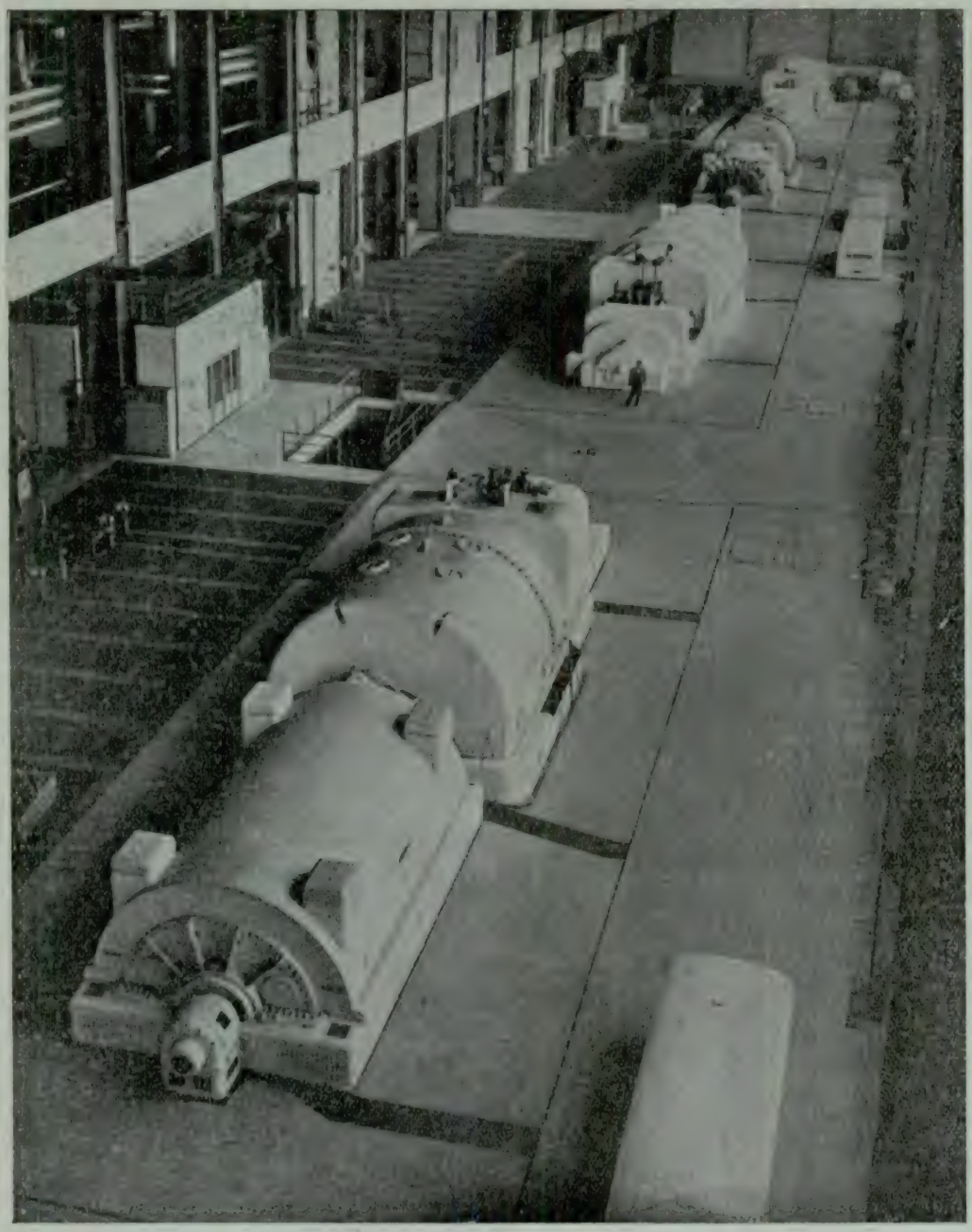
SMEIA

SOCIEDADE DE MECANIZAÇÃO INDUSTRIAL E AGRÍCOLA, S.A.R.L.

Avenida Padre Manuel de Nóbrega, 8-B — LISBOA

Telefones 72 40 53 / 4 / 5

SOCIETE ALSTHOM—PARIS



4 turbo-alternadores 125.000 KW

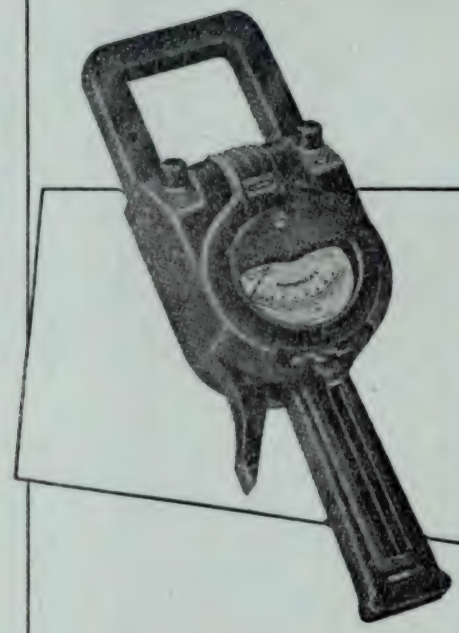
Central de Creil — Electricité de France

DELEGADOS

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos INDUSTRIAIS, 4, 1.º (às Côrtes) // LISBOA // Telefs. 66 06 92 - 66 60 82 - 66 06 04

PINÇAS FERRANTI



PINÇAS VOLT—AMPERIMÉTRICAS

7 ESCALAS

EM AMPÈRES	EM VOLTS
0 – 10 AMPS.	0 – 150 V
0 – 25 »	0 – 600 »
0 – 100 »	
0 – 250 »	
0 – 1000 »	

PINÇA WATTIMÉTRICA

7 ESCALAS

0 – 3 KW
0 – 6 »
0 – 12 »
0 – 30 »
0 – 60 »
0 – 120 »
0 – 300 »

REPRESENTANTES:

C. SANTOS LDA.

29, AVENIDA DA LIBERDADE, 41 — LISBOA

DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA
T. DA GLÓRIA, 17—LISBOA
160, R. STA. CATARINA, 168—PORTO

Standard Electrica, S.A.R.L

ASSOCIADA DA

"INTERNATIONAL TELEPHONE & TELEGRAPH CORPORATION"

NOVA YORK

PROJECTOS · FORNECIMENTOS · INSTALAÇÕES

- Instalações de comutação telefónica, manuais e automáticas, de todos os sistemas e capacidades. Sistemas de comunicações por fios em altas frequências;
- Materiais de transmissão automática, por fios e por rádio;
- Material de rádiocomunicações para todas as aplicações em média, alta, muito alta, e ultra-alta frequência;
- Sistemas de antenas para aplicações gerais e especiais para rádiocomunicações, rádiodifusão e televisão;
- Equipamentos de rádiodifusão e televisão e respectivo material de estúdio e acessórios;
- Sistemas de sinalização e de comando, automáticos e manuais, intercomunicadores, amplificadores e aparelhagem acessória;
- Cabos e acessórios de todos os tipos, para energia, comunicações e altas frequências;
- Rectificadores de selénio de tipos especiais e gerais para todas as aplicações.

SERVIÇOS TÉCNICOS, COMERCIAIS E FÁBRICA

AV. DA INDIA LISBOA

TELEFONES 638171/6

Fábrica Portugal

S. A. R. L.

LISBOA

MOBILIÁRIO METÁLICO

EM TODOS OS GÉNEROS

Instalações completas para :

Mobiliário moderno
para

ESCRITÓRIOS
ESCOLAS
BIBLIOTECAS

CLINICAS
HOSPITAIS
SANATÓRIOS
CINEMAS
HOTÉIS
ESPLANADAS

SALAS DE EXPOSIÇÕES :

Rua Febo Moniz, 2 a 20 — Praça dos Restauradores, 49 a 57
Avenidas da República e Elias Garcia — Rua da Graça, 82 e 84

PISCINA DO HOTEL ATLÂNTICO
ESTORIL

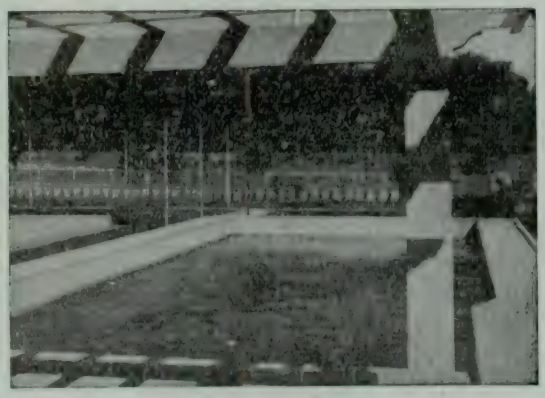
PETRIFICANTE E HIDRÓFUGO

À BASE DE CIMENTO

CEMPEXO

PINTURAS

PISCINA EM CARCAVELOS



DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL

HENRIQUES & CASTRO, Lda.

AVENIDA CONDE DE VALBOM, 96 LISBOA

TELEF. 775057-775058

Construções Técnicas, L.da

Praça do Município, 13, 3.º
LISBOA — Telefones 22344
27809

Fundações

Construções Civis e Industriais

Betão Armado e Betão Pré-esforçado

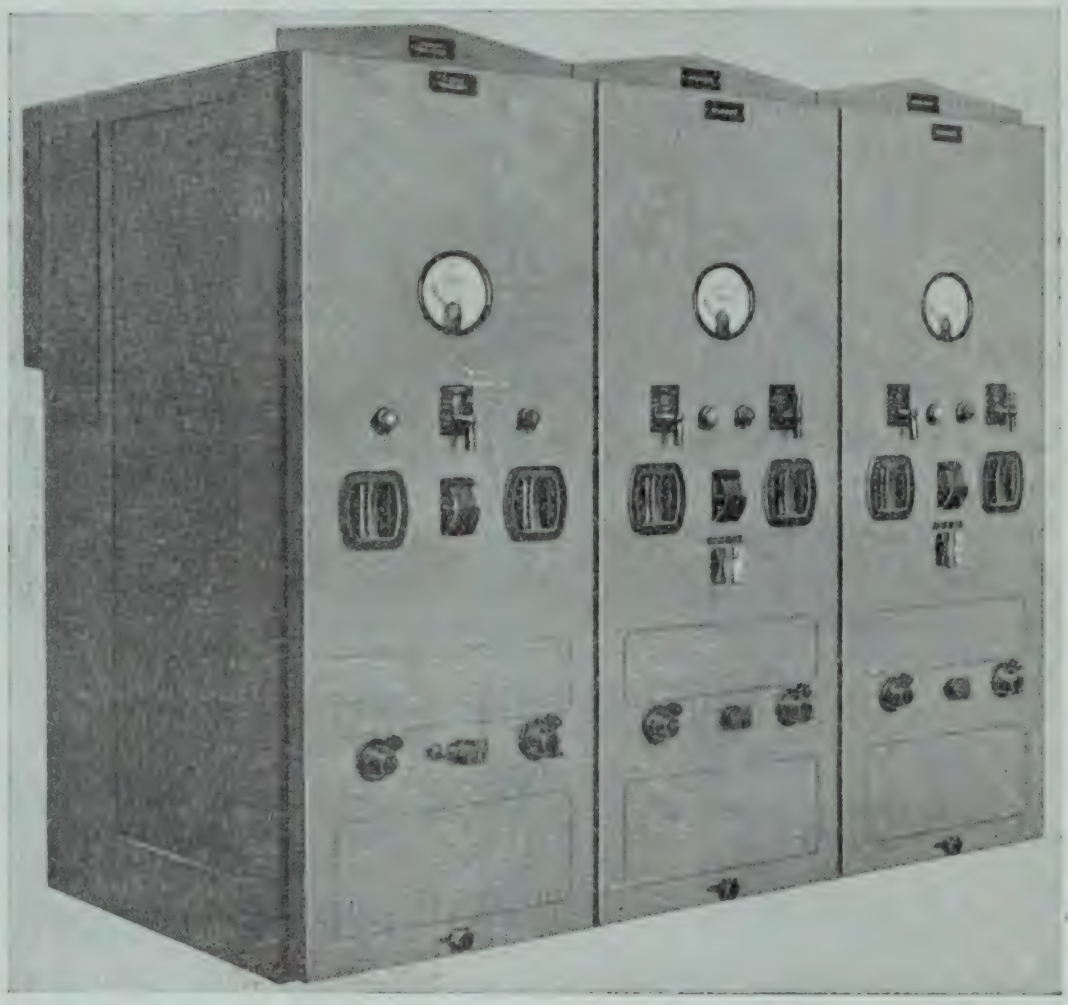
Obras Públicas

Concessionária do sistema de moldes deslizantes «PROMETO» e do sistema para execução de estacas de grande diâmetro «BENOTO»

Torre da Alfândega de Luanda
Execução com moldes deslizantes "PROMETO".
Altura total do deslize: 30 metros.
Duração do deslize: 5 dias e 20 horas.

'ENGLISH ELECTRIC'

QUADROS ELECTRICOS



Quadro de alta tensão, constituido por 3 painéis em cabine de chapa de aço e equipado com disjuntores do tipo OB 33 L, de corte no ar, de 150 MVA, 2000 A.

Representantes exclusivos para Portugal e África Ocidental Portuguesa:

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

R. Cascais, 47 (Alcântara)
Telef. 63 70 83 (3 linhas
LISBOA

P. do Município, 309-3.º
Telef. 25021
PORTO

E

BEJA — VILA FRANCA DE XIRA — LUANDA

Sociedade Metropolitana e Colonial de Construções, L.da

SOMEC

R. Andrade Corvo, 29, 1.º — Lisboa Telefone 59169/70

Sondagens
Fundações
Betão armado
Trabalhos marítimos
Túneis

no Continente e Ultramar

CIMENTO TEJO

FÁBRICA EM ALHANDRA

Fábrica com quatro linhas de fabrico

sendo uma delas das mais modernas da Europa

Para obras hidráulicas e de responsabilidade preferir o

CIMENTO TEJO

Companhia «Cimento Tejo»

Rua da Vitória, 88-2.º — Telef. 28953 — LISBOA

CAVAN

SOCIEDADE PORTUGUESA

✱

POSTES DE BETÃO PARA LINHAS ELÉCTRICAS

MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

MANILHAS PARA ESGOTOS

✱

RUA D. ESTEFÂNIA, 42

TELEF. 47812-50129

LISBOA

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

EMPREZA DE PRODUCTOS ASFÁLTICOS

IMPERMEABILISADOR

IMEPA

RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.º-LISBOA

COLAGEM DE TACOS DE MADEIRA

FABRICA EM SACAVÉM

TELEF. 73 01 56 (4 linhas)

TELEG. EPALDA—LISBOA

LEACOCK (LISBOA). L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.

Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.

Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

J. A. CRABTREE & CO. LTD.

Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.

Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.

Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.

Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT

Contadores de água, de vapor e de óleo.

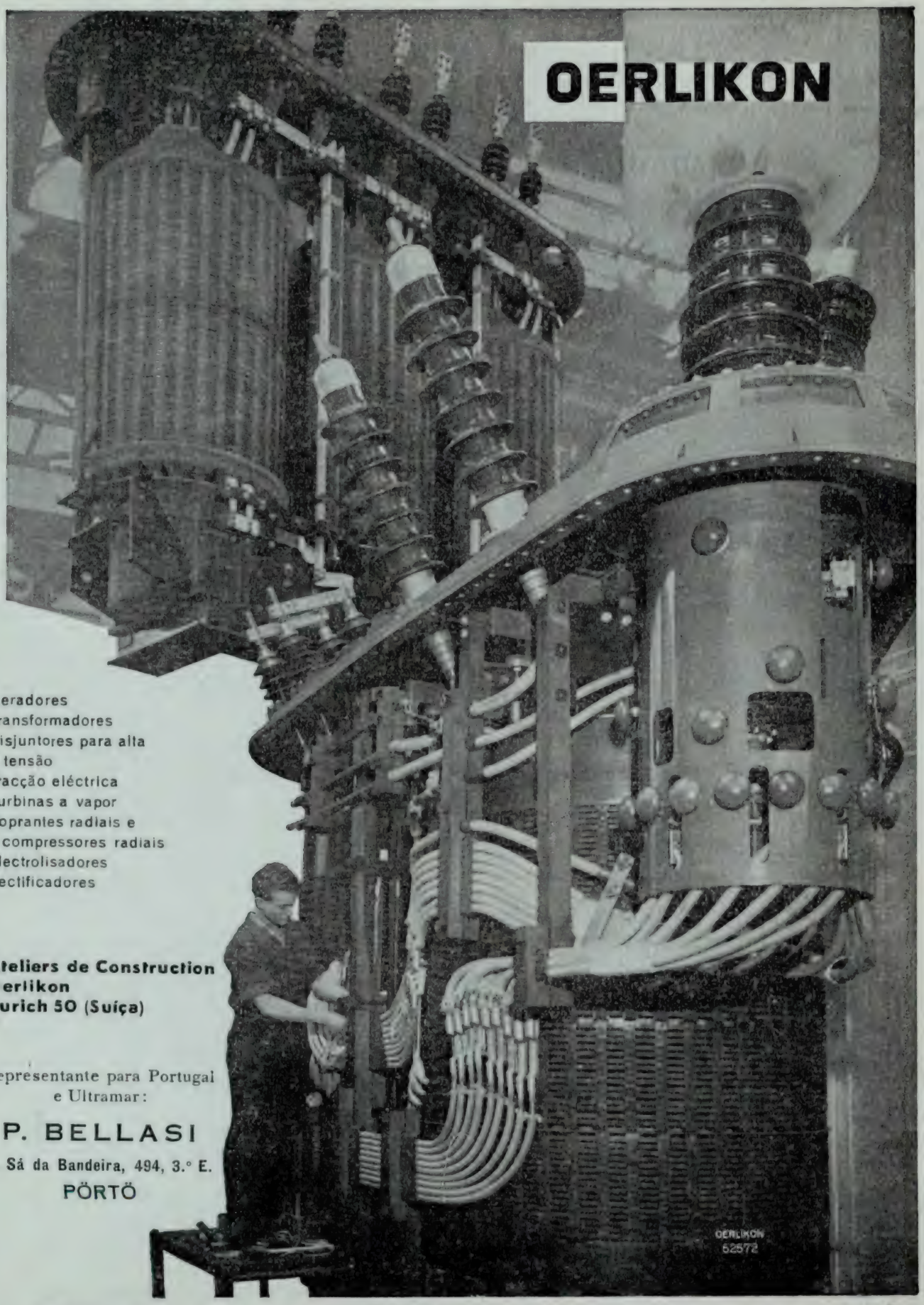
Tubos Venturi

Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.

Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.

Luz fluorescente.



Geradores
Transformadores
Disjuntores para alta tensão
Tracção eléctrica
Turbinas a vapor
Soprantes radiais e compressores radiais
Electrolisadores
Rectificadores

Ateliers de Construction Oerlikon
Zurich 50 (Suíça)

Representante para Portugal e Ultramar:

P. BELLASI

R. Sá da Bandeira, 494, 3.° E.

PÖRTÖ

TÉCNICA

DIRECTOR: CARLOS MANUEL DE MEDEIROS PORTELA
ADMINISTRADOR: RICARDO MANUEL SIMÕES BAYÃO HORTA
SECRETÁRIO: ALEXANDRE CERVEIRA

Ano XXXIII - N.º 281 Abril de 1958

AO PROFESSOR MIRA FERNANDES

POR LUÍS DE ALMEIDA ALVES
Director do I. S. T.

No ilogicismo desordenado da elaboração da vida afectiva, há por vezes lugar para os sentimentos mais contraditórios sem se afectar na sua essência, a unidade da conduta dos homens, em contacto com as circunstâncias ambientes a que têm de reagir.

Quando na noite de 20 de Abril de 1958, o Instituto Superior Técnico recebeu pela última vez — mas já sem vida — o Mestre que durante mais de quatro dezenas de anos lhe comunicou o entusiasmo da sua formação e da sua ciência, sentiu-se que havia no simbolismo dessa derradeira visita um aspecto iniludível de contradição.

Por um lado, não era precisa a presença em corpo para reforçar a realidade da sua presença no coração de todos os que receberam o seu influxo e a sua amizade, através dos anos de preparação; mas por outro lado, essa presença veio vincar mais profundamente o sentimento de saudade que o afastamento do seu convívio tinha pouco a pouco criado.

E quando no silêncio que acompanha a meditação sobre a morte, se viu partir para sempre aquele de quem se pode quase dizer que morreu quando a separação da Escola lhe roubou a causa determinante de continuar a viver, não pode deixar de se sentir que, apesar de a sua memória permanecer imorredoira dentro daquelas paredes a que insuflou o seu espírito, não é possível afastar a amargura da saudade para a qual só a presença sensível pode servir de consolação.

E essa saudade — a que se alia o sentimento de humildade do Homem situado em face da omnipotência de Deus — representa o preito de homenagem que o Instituto rende eternamente a quem lhe entregou de maneira incondicional, a riqueza inestimável de uma vida inteira.

C. D. U. 658.51:338.984

O engenheiro na empresa perante o progresso técnico e a previsão económica

POR ANTÓNIO DA SILVA TEIXEIRA

(Do 6.º ano do Curso de Minas do I. S. T.)

1. Em Fevereiro de 1955 a General Electric anunciou ter obtido, artificialmente, diamantes. Cerca de dois anos e meio mais tarde o Metallurgical Products Department da G. E. passou dos resultados da investigação à produção, em laboratório piloto, dos diamantes artificiais (Borazon). Foram feitos investimentos num total de dois e meio milhões de dólares (cerca de setenta mil contos), desde o início da investigação até ao final da realização do laboratório piloto.

A Du Pont de Nemours dispendeu onze anos de trabalho e investiu vinte e sete milhões de dólares (cerca de setecentos e cinquenta mil contos), antes que o nylon pudesse ser vendido no mercado.

Esta mesma sociedade, por intermédio do seu gabinete de antecipação científica industrial, esforça-se por prever desde já quais serão as invenções de rentabilidade assegurada em 1970 ou no ano 2000, não hesitando, por exemplo, afirmar que a alimentação sintética, possuindo todas as qualidades dos alimentos naturais, estará pronta a ser explorada em 2010.

Ainda a Du Pont de Nemours calculou que, para cada dólar que dispende em pesquisas, terá de prever três dólares para os investimentos necessários à exploração industrial dos resultados obtidos na investigação.

Estes factos transportam-nos até um estranho clima de actividade industrial e neles apenas queremos salientar agora, dois aspectos: o primeiro é o de as empresas citadas dedicarem uma parte importante da sua actividade à satisfação duma procura que não é de encomenda nem tampouco possui ainda mercado; o segundo é o do enorme valor dos capitais investidos em tais trabalhos.

Pondo de parte, por não corresponder à realidade, a hipótese de que as empresas, sendo muito ricas, esbanjam o seu dinheiro dando-se ao luxo de fazer investigação científica industrial, resta-nos admitir que algo haverá por detrás desta fachada que lhes permita trabalhar com relativa segurança, num caminho tão cheio de arbitrariedades e consequentemente difícil.

É a previsão económica que tal lhes permite.

Fizemos referência à Du Pont de Nemours, à General Electric, pois são, nos E. U. A. N., das sociedades que mais decididamente trabalham para o futuro. Muitos exemplos poderiamos ter coligido em firmas estadunienses, pois as mentalidades que as orientam assemelham-se, e todos eles nos conduziriam a realçar a intensidade com que os resultados da previsão económica incidem nas decisões que orientam a actividade das empresas.

Considerando o caso da U. R. S. S., em que o regime político tem características bem distintas das dos E. U. A. N., teremos um exemplo monumental de como a previsão económica constitui um auxiliar importantíssimo, essencial mesmo, na demarcação a longo, médio e curto termo, do caminho que um povo (ou um governo) desejam trilhar. Monumental porque se verifica à escala de uma nação (ou conjunto de nações) e abrange domínios não estritamente industriais, como o da educação e da agricultura. Efectivamente, a planificação soviética apoia-se de modo muitíssimo importante na previsão económica e alarga-se a todos os ramos de actividade da U. R. S. S. Assim, os planos quinquenais reflectem substancialmente os resultados duma previsão a médio termo, ligada a uma previsão a longo termo e dando origem a planos parcelares já do domínio de previsão a curto termo.

Num breve parêntesis, assinalamos que o grande valor dos planos quinquenais soviéticos reside, não só em eles constituirem um esclarecido programa de trabalho, como também e principalmente, no seu carácter de realização obrigatória, pelo que são feitos os possíveis e os impossíveis para que os prazos se cumpram e sejam até encurtados. Os resultados obtidos pelos sovietes com estes métodos de trabalho são por vezes inegàvelmente surpreendentes e únicos, estando porém ligados a uma unidade de comando e a uma mentalidade que têm dado origem a infidáveis discussões, que não abordaremos.

Na Europa Ocidental, uma muito particular atenção está sendo também prestada à previsão económica e são precisamente as nações mais progressistas as que mais interesse mostram pelo assunto, em virtude de nelas se ter tornado mais clara a consciência do valor de que ele se reveste.

Ao caso da França faremos uma referência especial. Possui este País um Comissariat Général du Plan, encarregado de elaborar um plano a médio termo de equipamento e de modernização. Um grupo de trinta especialistas trabalha cuidadosamente cerca de dezóito meses na realização dum plano desses, porém, o Governo, não lhe imprimindo um carácter executivo, rouba-lhe uma grande parte da sua eficácia, que contudo não é totalmente eliminada, dado que os sucessivos governos se vêm obrigados, à falta de tempo para obter directivas melhor estudadas, a tornar executivas partes desses planos. Poderemos no entanto considerar que são principalmente, a instabilidade dos sucessivos governos, a falta de espírito experimental em muitos governantes e a inércia do aparelho administrativo, (pouco consciente, talvez por falta de doutrinação, da repercussão do seu trabalho), os principais obstáculos que se opõem ao gozo dos benefícios da previsão económica.

Esboçamos um panorama, ao nível das grandes empresas e das nações, donde se começa a avaliar do carácter de necessidade que para elas tem a previsão económica. Mas isto não é apenas verdadeiro para elas, pois as pequenas empresas e os próprios particulares sentem-na, ou senti-la-ão, conforme estiverem ou vierem a estar enquadrados dentro duma economia progressista.

Para que uma economia seja progressista de facto, terá de sê-la pelos actos e pela mentalidade que a orienta; terá de largar um maltusianismo mais ou menos disfarçado, mas que se revela através de atitudes, medidas e instituições, de que salientaremos, entre muitas, apenas a atitude de desconfiança para com o progresso técnico.

Numa economia não progressista vive-se a curto termo, aplicando rolhas e remendos onde aparecem os furos, grandes ou pequenos, com um conhecimento nebuloso das consequências, e por vezes até medo se tem da previsão, pois ela aplicada como ciência, e não como adivinhação ou como magia, pode conduzir a situações de clareza indesejável para quem receie as realidades ou não esteja preparado para enfrentá-las.

2. Antes de fazermos uma apresentação, resumida certamente, da previsão económica, como ciência, queremos relembrar certas noções e factos, que nos ajudam a conhecer melhor o mundo em que vivemos.

Será bom reter, que o progresso técnico se tem mostrado a variável preponderante, isto é, aquela que mais fortemente se repercute na estrutura do mundo actual, sob os pontos de vista económico e social.

Do progresso técnico está dependente portanto o bem-estar dos povos, mais objectivamente, o seu nível de vida, o seu género de vida.

Nesta ordem de ideias compreendemos que o progresso técnico introduza um certo determinismo na evolução dos fenómenos sociais e económicos. Para além dele, vamos encontrar o espírito que lhe deu origem e que alguns consideram a verdadeiramente única revolução do nosso tempo, a procura da realidade experimental, a submissão do pensamento do homem à experiência.

À mesma escala que os problemas religiosos mobilizaram em tempos a atenção dos homens, e da religião eles esperavam a solução de todos os seus problemas, materiais e espirituais, hoje os problemas económicos e sociais, que aliás não excluem aspectos religiosos, polarizam essa mesma atenção. Um interesse crescente está a ser dado aos problemas humanos; os governos, as empresas, estão tomando consciência de que cumprirão a sua missão na medida em que servirem real-

mente os homens e não naquela em que os enganarem com mistificações mais ou menos bem arquitectadas. Começa a compreender-se que a iniciativa deva ter a sua remuneração na empresa, não através de direitos adquiridos, mas sim dos frutos da rápida adaptação a um consumo cuja estrutura é variável com o tempo. O progresso dos povos exige que assim seja.

O progresso técnico, ao mesmo tempo que vem trazendo enormes benefícios à humanidade, vai exigindo métodos de mais em mais complexos para que o homem possa ter mão nos acontecimentos que o envolvem, não sendo porém esta uma razão para que o caminho em que ele nos conduz seja abandonado, antes pelo contrário, convém que não nos poupemos a esforços para resolver as situações novas que se apresentam. Apontamos como exemplo, a complexidade de esforços que têm de ser feitos para que os benefícios resultantes dos aumentos da produtividade obtidos na agricultura, na indústria e nos serviços vários, sejam largamente repartidos pelos consumidores, pois doutro modo muito será dificultado o crescimento económico.

A realidade económica, também de mais em mais complexa com o crescimento, exige métodos cada vez mais cingidos aos factos e é este caminhar que nos conduz à necessidade da previsão económica, para através dela evitarmos, dentro do humanamente possível, os impasses, as crises económicas, muitas destas não sendo mais que adaptações forçadas da produção a um consumo cuja estrutura e valores os produtores não souberam ou não se importaram de prever.

Fazemos aqui eco das palavras de Pollock em «L'Automation»:

. . . «uma tão forte solicitação da produtividade pode fazer esperar uma elevação do nível de vida, mas numa sociedade regida pela economia privada, o desemprego tecnológico estrutural torna-se ameaçador.»

De Walter Reuther, em «Hearings I»: Importa antes de tudo manter um equilíbrio «entre a nossa capacidade crescente de criar de mais em mais riquezas económicas e a capacidade de aumentar o poder de compra entre as mãos dos milhões e milhões de famílias americanas. É a única maneira para nós, de manter o equilíbrio dinâmico procurado na expansão: Uma força produtiva maior, um maior poder de compra; uma força produtiva ainda maior, um ainda maior poder de compra, para que a um nível económico sempre mais alto, um novo equilíbrio seja atingido. Em 1929, estivemos em dificuldades porque na América grupos possantes se opuzeram à manutenção dum tal equilíbrio dinâmico. Se nós não opuzermos, (lembramos que Walter Reuther é um notável leader sindical americano), à sua pressão uma outra mais forte, eles criarão no período que vem as mesmas dificuldades que provocaram em 1929».

Queremos esclarecer que estas palavras já não teriam uma actualidade tão flagrante se fossem dirigidas, hoje, às grandes empresas das E. U. A. N. De facto essas empresas estão suficientemente conscientes da sua missão social, talvez até porque principalmente, o povo americano o está também. Continuarão, no entanto, a ser valiosas por delas poder-mos tirar ensinamentos.

A propósito das repercussões da automatização (1), transcrevemos do n.º 178, de General Menagement Séries of American Menagement Association o que se segue: «O prazo de entrega, que para o plano de construção duma fábrica moderna, varia de um ano e meio a três anos, alongar-se-á talvez a cinco ou dez anos se se tratar do equipamento complexo de uma fábrica automática. Esta pode já encontrar-se tècnicamente ultrapassada no dia da inauguração da produção. Este é um exemplo flagrante da necessidade de prever a longo termo (2). É também uma incitação para produzir instalações automáticas o mais flexíveis possível».

Os responsáveis pela orientação das empresas não podem alhear-se do problema que se lhes depara sempre que uma elevação da produtividade lhes permita dispensar os serviços de uns tantos operários, seja ela por exemplo, motivada pela exploração dos recursos de uma máquina de novo tipo. A previsão económica ajudará os governos, os patrões e os operários, a resolver o problema

---

(1) Tomada no sentido em que é definida no II Plano de Fomento, (Cap. III, § 7.º, Reorganização Industrial), equivalente a automação Para Pollock em «L'Automation», automation — automação e automatisation — automatização, têm significados diferentes.

(2) Longo termo, necessàriamente no sentido em que mais adiante o definiremos.

com um mínimo de contrariedades para todos, pois terá elucidado o governo sobre a repartição profissional da população activa, fenómeno essencial da economia, terá elucidado o patrão sobre as possibilidades de aproveitamento dessa mão-de-obra, tornada excedentária, em outras actividades lucrativas dentro da sua empresa, ajudará eventualmente o trabalhador a procurar o lugar próprio para desenvolver a sua actividade, seja no mesmo seja noutro ramo de actividade, pois o progresso económico requere frequentemente a adaptação do trabalhador a tarefas novas.

Vejamos parte do que o Comité do Congresso dos E. U. A. N. pôde observar e pensar sobre este assunto. Num seu comunicado lê-se: «As gentes do negócio, absorvidas pela preocupação de reduzir os custos, esquecem fàcilmente que o sistema de produção automático, se traz consigo cada vez menor número de empregos e uma indiferença pelas dificuldades e sofrimento humanos, pode no fim de contas fazer perigar os fundamentos da nossa sociedade livre. Se a maior parte dos homens de negócio dão provas da sua compreensão quanto à responsabilidade social da empresa privada, o sub-comité teve de constatar infelizmente que certos dentre eles, dando mais valor à economia de mão-de-obra que aos benefícios técnicos da aparelhagem, mostram não ter compreendido ainda claramente os efeitos da sua actividade sobre o conjunto da economia. O governo deve preocupar-se sèriamente da amplitude do desemprego tecnológico, do efeito das mudanças tecnológicas sobre a estrutura da economia e da manutenção do poder de compra das massas. Isto é válido igualmente quanto às preocupações que deve ter todo o homem de negócios esclarecido».

Vejamos finalmente alguma coisa das exigências que o progresso técnico faz à qualificação do chefe de empresa e à do engenheiro.

Ainda hoje em muitos países, o nosso é um deles, muitas empresas conseguem viver e sobreviver a certas dificuldades à custa do dinamismo, do «geito para os negócios» dos seus chefes, porém, logo que nesses países o progresso técnico tenha subido a um certo nível, a complexidade resultante para os processos económicos encarrega-se de tornar as qualidades referidas cada vez menos eficazes, até literalmente as atirar para o ferro velho. As necessidades de informação, conhecimento do mercado por exemplo, ultrapassam aquilo que uma pessoa só poderia conseguir e dominar, e acarretam consigo encargos que por vezes as pequenas empresas não podem suportar, o que chega a dar origem ao aparecimento de organismos que vendem essas informações às pequenas empresas e até às grandes empresas que não queiram organizar esses trabalhos por sua conta.

Sobre este assunto, Leslie Groves em «The impact of automation on top menagement» afirma: «Nada se nos ensina dizendo que as novas funções supõem uma muito grande capacidade de reflexão, de análise, de decisão, de audácia diante dos riscos, pois estas qualidades são desde há muito já as do empreendedor, se elas não são mesmo as de toda a personalidade de elite. Que há de novo então? Todos os observadores parecem estar de acordo para pensar que com os meios actuais as decisões não devem mais ser tomadas em função das intuições do director geral ou de um dos seus colaboradores; esta prática, dado o perigo de erros, muito dispendiosos, não poderia justificar-se senão por uma iluminação que só é dada aos génios. Dirigir um empreendimento segundo intuições significa tomar decisões sem ter um conhecimento suficiente da situação».

Concomitantemente surgem para o engenheiro tarefas cada vez mais delicadas e importantes, pois a adopção de novos processos de fabrico ou de exploração traz consigo difíceis cálculos de rentabilidade e de tal modo se vai mostrando preponderante a importância do seu trabalho que Peter Drucker em «Promise of automation» não hesitou em afirmar que «a penetração dos métodos automáticos na produção e administração deu uma nova dimensão tanto ao chefe de empresa como ao tipo de engenheiro, o qual, através dos cálculos mais minuciosos, decide, primus inter pares».

3. Apresentamos agora o que poderemos chamar talvez, uma notícia sobre previsão económica.

Seguiremos nas suas linhas gerais o ensaio apresentado por Jean Fourastié sob o título «La Prévision Économique au service de L'Entreprise et de la Nation», das Presses Universitaires de France, e servir-nos-emos também dos ensinamentos de Alfred Sauvy expressos em «La Prévision Économique», das Presses Universitaires de France.

A previsão económica é uma ciência nascente e como seus pioneiros ao longo das duas últimas

décadas têm sido apresentados, Gérard Colm, Frédéric Dewhurst, Wassili Léontief nos E. U. A. N,. Jean Monnet e Alfred Sauvy em França, e os autores anónimos dos Planos Quinquenais Socialistas Soviéticos na U. R. S. S.

É na medida em que a ciência económica permite a previsão que ela merece o nome de ciência e é nessa medida também que ela merece tornar-se uma técnica fundamental da direcção de empresas.

As técnicas modernas de previsão económica podem ser distribuídas por dois grupos, um em que reunimos as que se aplicam à conjuntura geral e portanto aplicáveis à escala nacional, outro, de que fazem parte as que dizem respeito mais directamente à actividade das empresas.

Atendendo a que os assuntos, os objectivos e os métodos de previsão não são os mesmos, se considerarmos períodos de tempo de diferente duração, mostrou-se conveniente considerar sob este ponto de vista, três tipos de previsão: previsão a longo termo, previsão a médio termo, previsão a curto termo.

Na verdade não teria significado uma previsão que não estivesse ligada a um dado intervalo de tempo, pois os agentes económicos que num determinado período são preponderantes, podem deixar de o ser fora dele. Convém no entanto fazer notar que esta divisão não pretende de modo algum criar compartimentos estanques, pois as previsões a longo, médio e curto termo são interdependentes e o período de tempo a que cada uma se refere será aquele durante o qual as causas identificadas do fenómeno a prever se exerçam de uma maneira preponderante, dando origem ou a uma estabilidade do fenómeno ou a uma variação de sentido conhecido e amplitude avaliável, com uma margem de erro tão pequena quanto possível, mas podendo ser grande conquanto se conheça a sua ordem de grandeza.

3.1 Previsão económica a longo termo

Existem para ela duas espécies de técnicas: umas ligam-se principalmente ao estudo da população activa e ao progresso técnico, outras às disponibilidades em matérias primas, diremos antes, aos recursos naturais, para melhor explicitar a possibilidade de pensar a longo termo sobre as disponibilidades energéticas.

Este tipo de previsão tem um fim duplo, que é pôr em evidência as evoluções de sentido constante (crescimento, decrescimento, estabilidade), e destas, evidenciar as que mais interessam ao homem, pois importa que a previsão económica contribua com a sua parte para melhorar a situação da humanidade mais do que para entreter alguns espíritos curiosos.

Para que a primeira finalidade seja atingida é necessário que descubramos durante o período em observação a existência de factos bastante estáveis para que possam ser tidos por constantes e neles nos basearmos quando da construção das previsões.

Os factores essenciais para a previsão a longo termo são o homem, como promotor e fim da vida económica, a natureza e o tempo, os quais se mostram dependentes entre si através da técnica de produção. Estes factores, mais profundamente analisados vêm converter-se nos três seguintes: a população, as necessidades do consumo, as técnicas de produção, em que por seu turno cada um deles tem acção sobre os outros dois, mostrando-se no entanto a técnica de produção o de influência preponderante, estando ela ligada ao progreso técnico e este sendo medido através dos índices de produtividade.

O progresso técnico é mais fàcilmente previsível nos países menos desenvolvidos que naqueles que caminham na vanguarda do progresso, pois ao passo que os primeiros irão seguir na sua linha geral as pègadas dos últimos, estes, não tendo a quem seguir, caminham no meio de maiores dificuldades visto que têm de prever o progresso técnico através das descobertas da investigação científica em que ele se apoia.

A desfasagem entre estes dois acontecimentos, descoberta científica e obtenção do progresso técnico correspondente, varia com o potencial técnico da nação em que a considerarmos. O seu valor tem sido estimado entre 15 e 30 anos. Uma das razões que explicam este facto é a de a descoberta científica ser fruto do trabalho de alguns cientistas ao passo que o progresso técnico se

obtém do somatório de actividades de toda a população activa. E o que se está passando nos nossos dias com a energia atómica.

Este período de tempo pode tornar-se, pelas considerações já feitas, um limite para o alcance da previsão a longo termo.

O estudo das necessidades de consumo, orienta-se no sentido de procurar determinar o volume e a estrutura do consumo crescente.

É sabido que a estrutura do consumo, em consumo crescente, não se mantém, isto é, para um aumento de n % no consumo global não se verifica um aumento de n % no consumo de cada tipo de produto, o que vem dificultar portanto as previsões, no que respeita à produção desejável para satisfazer tal consumo a longo termo.

A determinação da estrutura do consumo crescente, faz-se por meio de três tipos de métodos: o primeiro e mais importante, é o estudo dos orçamentos familiares, através dos quais se determinam as tendências mais profundas do consumo. O segundo, é o estudo da estrutura da produção nacional, da nação em que é feita a previsão económica, comparada com a das outras nações que a precedem e a seguem na evolução económica contemporânea. O terceiro, o menos preciso, mas muito importante, liga-se à natureza humana, sua capacidade de consumo, e às necessidades da sua natureza física, intelectual e moral.

Sobre a evolução da população, num período de tempo correspondente a uma previsão a longo termo, as técnicas de previsão já existentes conduzem a resultados suficientemente precisos para poderem ser utilizados nestes estudos económicos.

Os resultados dos estudos de previsão a longo termo, devem vir a elucidar-nos de maneira objectiva sobre os seguintes pontos:

A produção que deverá satisfazer o consumo dos particulares e do Estado nesse período, tendo em conta as trocas prováveis a verificar-se no mercado internacional. Investimentos necessários para obter tal produção. Evolução dos preços. Necessidades de mão-de-obra, em quantidade e qualificação, para satisfazer a produção desejada.

O último ponto citado, de solução bastante difícil, é possìvelmente a tarefa essencial da política económica. Com efeito, a correcta orientação profissional da população activa é o caminho mais seguro para se obter uma adaptação tão perfeita quanto possível da produção crescente ao consumo crescente. Esta obtida e estaria satisfatòriamente resolvido o problema do pleno emprego.

3.2 Previsão económica a médio termo

O factor de previsão fundamental será agora a maneira como o progresso técnico poderá ser *efectivamente* realizado pela nação considerada, pelo que terão de ser levadas em conta as possibilidades materiais a pôr em acção para realizar o progresso técnico possível, isto é, o baseado em descobertas científicas já comprovadas.

A médio termo, o período de previsão é fixado quase arbitràriamente entre cinco e sete anos pela entidade que fizer o estudo.

Tem nesta previsão um particular interesse a determinação dos investimentos a fazer no período de tempo escolhido.

Existe um certo número de condicionamentos que impede a humanidade de satisfazer, tão depressa como desejaria, todas as suas necessidades mais urgentes. Dentre eles interessa-nos salientar agora o seguinte: cada trabalhador, para uma dada remuneração do seu trabalho, tem de decidir qual a parte dessa remuneração que vai gastar na satisfação das suas necessidades e qual a parte que poupará para investir. Não ignoramos que entre nós muitos não têm esse problema por exiguidade de recursos e outros decidem-se pela tesourização, isto é, guardar as suas economias dentro do colchão, numa panela de ferro bem tapada e enterrada, ou no fundo da mala, iludindo deste modo o problema com uma atitude primitiva. Aparece pois o problema da opção entre o consumo e o investimento.

A menos que cada um saiba quais as consequências que advirão, para si e para os outros, do

valor da relação investimento-consumo que adopte, e isso é do que a previsão económica pode informá-lo, terão de ser decisões de ordem política o que vai incitar a população ao investimento ou ao consumo, decisões estas, notemo-lo, no geral pouco melhor informadas que muitos particulares.

É por intermédio dos cálculos de rentabilidade dos investimentos, da determinação das taxas de rentabilidade, que poderemos chegar a uma noção mais clara do óptimo de investimentos à escala nacional.

Para um progresso técnico intenso, os cálculos dão por vezes taxas de rentabilidade elevadíssimas, (uma hora de trabalho transferida do sector consumo ao sector investimento, pode economizar uma hora de trabalho por ano em todos os anos seguintes), o que afasta a hipótese de pensarmos em taxa de rentabilidade como quem pensa em taxa de juro.

Pergunta Jean Fourastié, na obra citada: «Quando taxas de rentabilidade tão elevadas são atingíveis, poderemos pensar ainda que resta lugar para uma opção de ordem política?»

Importa pois fazer os estudos do óptimo de investimentos à escala nacional e coagir, (será esta uma coacção sui-generis), por meio duma larga campanha de informação e formação de mentalidade, a população a fazer os investimentos considerados óptimos nos ramos de actividade apropriados.

Lembremo-nos porém que nem só os investimentos são os promotores do progresso técnico, há outros factores a considerar, como os de ordem técnica, os humanos, os sociais e os políticos mesmo.

Os relativos à qualificação da mão-de-obra são importantíssimos e têm tanta razão para gozarem dos benefícios duma planificação cuidadosa, profunda e consequente, quanto a têm os que se referem, por exemplo, à instalação e desenvolvimento duma indústria pesada, excluído o aspecto formação de mão-de-obra.

Na previsão a médio termo são técnicas já comprovadas as respeitantes às contabilidades nacionais (rendimento nacional), as das relações interindustriais e os estudos de consumo familiar.

Referiremos apenas que a primeira, do rendimento nacional, importante à escala da nação principalmente no aspecto de facilitar a administração das finanças públicas, não fornece muitas indicações utilizáveis à escala da empresa. A das relações interindustriais, hoje uma realidade graças às facilidades trazidas aos longos cálculos pelas calculadoras electrónicas, fornece elementos de grande utilidade à actividade industrial sob os mais variados aspectos. O estudo dos orçamentos familiares parece-nos estar a apresentar-se como uma técnica essencial para a resolução dos problemas da previsão económica. É susceptível de fornecer elementos de grande interesse para a orientação da actividade das empresas.

3.3 Previsão económica a curto termo

Ela apoia-se por um lado nas previsões a médio termo e por outro sobre as flutuações políticas e financeiras e sobre acidentes de toda a ordem que tenham capacidade para influenciar de maneira sensível a corrente dos acontecimentos.

Mencionamos primeiramente um método que tem sido utilizado com resultados notáveis por Vermont-Gauchy, baseado na observação dos produtos em cada uma das fases do processo produtivo, da sua elaboração e dos seus deslocamentos por transporte, desde a matéria-prima até à venda no retalho. Nos casos de mais difícil estudo, a técnica chamada das «falsas posições», que consiste em observar a coerência de várias hipóteses conduzindo a aproximações sucessivas, tem dado bons resultados.

Outro método consiste em tirar da complexidade que os factos económicos reais apresentam, algumas tendências gerais que permitam prever o futuro mais próximo. Isto é feito sobre a observação de estatísticas recentes e sobre considerações de ordem política, jurídica, económica, social, da mais flagrante actualidade e cuja enumeração dá origem ao chamado diagnóstico descritivo, o qual servirá de ponto de partida a um diagnóstico explicativo de que poderão desprender-se então as tendências procuradas, que podem vir a constituir previsões.

Qualquer destes métodos chega a resultados dos quais alguns podem ser directamente utilizados pelos chefes de empresa.

Os trabalhos ligados à previsão a curto termo são geralmente chamados trabalhos de conjuntura e realizados quer por institutos especializados, quer por pessoas trabalhando isoladamente ou em pequenos grupos, dando origem em alguns casos a publicações mensais contendo as previsões da produção industrial para o ano seguinte.

3.4 Previsão económica à escala profissional

Os trabalhos de previsão económica a curto termo podem por vezes ser orientados no sentido de estudar os problemas próprios de uma determinada indústria, mas em regra não perdem o seu carácter geral.

Existem no entanto, métodos específicos para realizar a previsão económica à escala da empresa: os inquéritos profissionais e o estudo dos mercados.

Os primeiros reunem, confrontam e publicam um número suficientemente grande de informações sobre o estado dos negócios, obtidas periòdicamente, sob uma forma rigorosamente confidencial, junto de industriais e comerciantes escolhidos segundo o método das sondagens. Os assuntos mais importantes sobre que incidem as sondagens são: situação de compras e vendas em agenda; ritmo da sua efectivação ao longo de cada uma das semanas recentes; as intenções de compra para as próximas semanas; as previsões pessoais dos chefes de empresa. A publicação de estatísticas tendo por base estas declarações, que evidentemente aparecem como anónimas, constitue certamente para o chefe de empresa um bom meio de informação. O método está sendo aplicado em muitas empresas em vários países.

O estudo do mercado exige conhecimentos vastos, a sua técnica preenche vários anos de estudo. Ela é ensinada em mais de sessenta universidades americanas e em algumas universidades europeias.

Existem cerca de cento e cinquenta empresas privadas nos E. U. A. N., mais de vinte e cinco na Europa, especializadas nos estudos de mercado.

Terminamos aqui esta notícia sobre previsão económica.

4. Conclusões

Ao longo destas páginas mais não fizemos que da complexidade do mundo económico contemporâneo, chamar a atenção sobre alguns problemas fundamentais, trazendo à luz um ou outro dos dos seus aspectos, expor alguns conceitos de interesse actual, apontar possìvelmente alguns caminhos, tudo no entanto escolhido de formr a procurar situar de uma maneira viva, o progresso técnico e a previsão económica no seu habitat.

Se não o conseguimos fazer de forma bastante clara, seja a nossa boa vontade penhor do perdão que o leitor nos conceda.

Foi por estes dias dado conhecimento público do texto do Relatório Final Preparatório do II Plano de Fomento para o período 1959-1964.

Ficamos bem satisfeitos, quando, à medida que o íamos lendo, davamos conta de uma certa identidade de preocupações, as que são expressas ao longo do II Plano de Fomento e as que ressaltam do que deixamos escrito pelas páginas anteriores.

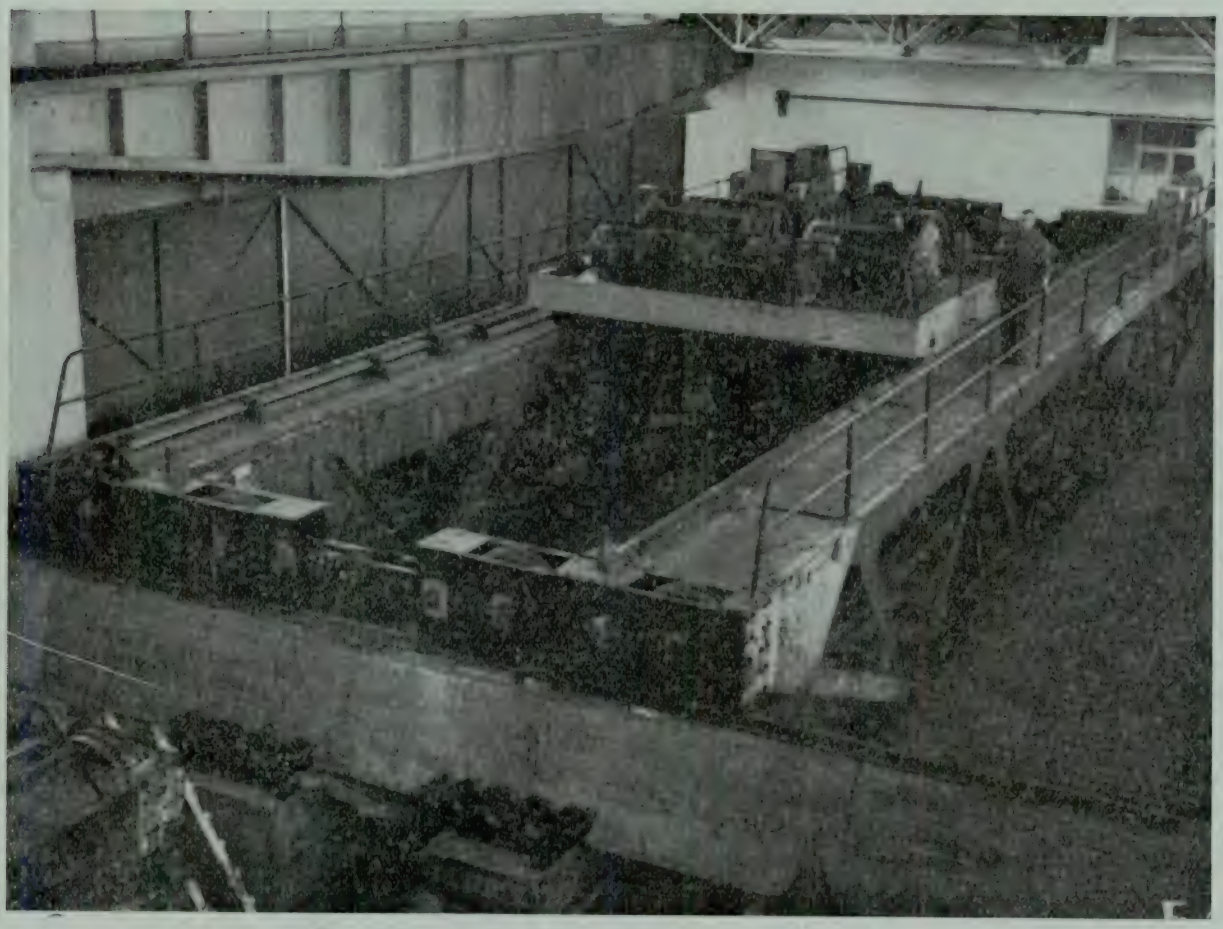
Lemos a certa altura, sobre as exigências a que terá de satisfazer a reorganização da nossa actividade industrial, levantadas pela progressiva edificação da Comunidade Económica Europeia: «A indústria portuguesa tem, assim, de preparar-se para, num prazo que em caso algum poderá exceder dezoito anos, existir e prosperar sem a protecção pautal de que até aqui gozou e num clima de competição internacional, a que em muitos casos tem estado subtraída».

O próprio Relatório Final dá conta, um pouco mais adiante, que o programa de actualização que urge realizar para atingir tal objectivo, não é tarefa estritamente de carácter industrial, mas

MAGUE

S. E. MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES, L.DA

Alverca — Portugal



Ponte rolante de 100 t/22 m de vão, destinada á Central da Tapada do Outeiro da Empresa Termoeléctrica Portuguesa

PROJECTO E FABRICO DE

PONTES ROLANTES

GUINDASTES

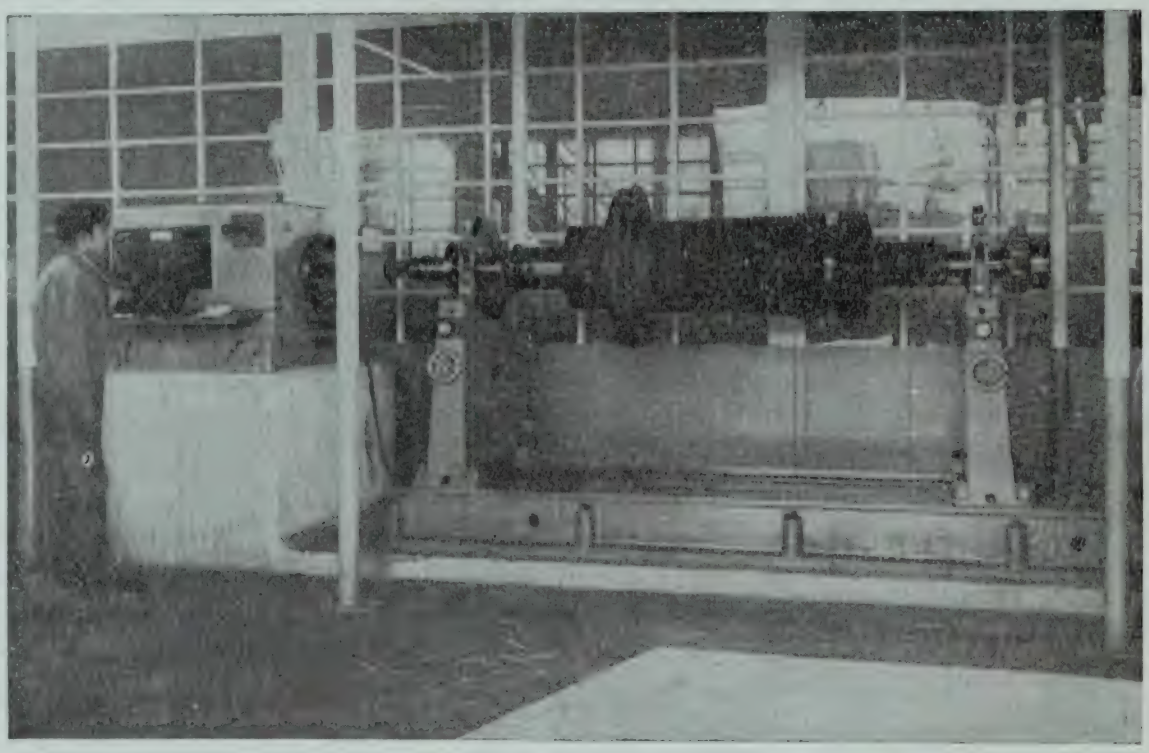
GRUAS, DERRICKS E GUINCHOS

APARELHOS DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS

CONSTRUÇÕES METÁLICAS PESADAS

A COMPANHIA UNIÃO FABRIL

põe à disposição dos seus clientes no Estaleiro Naval:



— Uma oficina de Ensaios e Reparação Diesel

— Uma máquina electrodinâmica de equilibragem para rotores de 30 a 3000 Kgs. — 2 M. de diâmetro máximo — 3,420 m. entre apoios.

ROCHA DO CONDE DE ÓBIDOS

LISBOA

Telef. 66 21 48

comporta sim um enorme esforço de educação de mentalidade, extendido a toda a população. O mesmo pensar encontramos expresso nas «Conclusões do II Congresso dos Economistas Portugueses e do II Congresso da Indústria Portuguesa».

É inegável que é aos técnicos, sejam engenheiros, sejam economistas, que o II Plano de Fomento dirige o apelo mais veemente. Será a acção destes que mais profundamente se há-de repercutir nos resultados a obter.

Pelas muitas razões que se adivinham ao longo do que expuzemos e por mais esta, o apelo feito neste II Plano de Fomento, importa que o engenheiro na empresa tenha um conhecimento tão profundo quanto possível das consequências e do valor do progresso técnico, a fim de possuir a noção exacta do seu papel dentro da economia nacional; é conveniente que o engenheiro se interesse profundamente pelos problemas de natureza económica ao nível da empresa e ao da nação, seja permeável aos métodos e maneira de pensar do economista, pois sem o seu auxílio, este não pode instalar os seus meios de observação e controle dos fenómenos económicos, podendo e devendo o engenheiro servir-se da ajuda que o economista lhe pode dar, nomeadamente na orientação da actividade industrial, ao fornecer-lhe os resultados da previsão económica, que, como vimos, não é magia nem adivinhação, mas já uma ciência.

Estamos ainda longe de beneficiar em larga escala, no nosso País, ao nível da nação e ao da empresa, das possibilidades actuais da previsão económica. Há razões de mentalidade, técnicas e materiais, que explicam tal facto.

As dificuldades com que os autores do II Plano de Fomento lutaram, algumas das quais eles deixaram expressas, apoiam o nosso ponto de vista.

Observam-se no entanto ao longo do II Plano certas linhas de orientação que podem constituir já um elemento valioso de previsão ao nível das empresas, das mais evoluídas. Talvez seja porém duma maior clareza a conclusão quanto ao futuro daquelas empresas, do tipo da que o Sr. Prof. Eng. Ferreira Dias referiu em tempos: a célebre Fábrica de Terras Corantes, que por únicas riquezas tinha um homem, um burro e um moinho. Para estas, reorganização ou morte.

Por ser coisa desejável, está chegando o tempo em que os métodos de previsão económica se hão-de instalar mais larga e profundamente entre nós, as decisões dos chefes de empresa e as dos governantes tornar-se-ão cada vez mais seguras, por mais esclarecidas, «graças àquele poder que a ciência tem de, por ser fundada sobre verificações experimentais, retirar a muitos problemas o carácter misterioso, ideológico, político, de que eles tantas vezes se revestem».

C. D. U. 621.311.5/91

Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional

— Elementos extraídos das estatísticas mensais do Repartidor Nacional de Cargas (R. N. C.)

NOTA: *As produções e os consumos das empresas do R. N. C. representam cerca de 92 % dos totais do País.*

MARÇO

I — Breve nota mensal

O mês de Março pode considerar-se, hidrològicamente, bastante húmido.

II — Elementos gerais (GWh)

a) Mensais

	1957	1958	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	191,7	212,9	+ 11
Produção térmica (P_t)	0,0	0,0	0
Produção total (P_T)	191,7	212,9	+ 11
Cons. electroquímico (C_{eq}) (1)	51,7	52,9	+ 2
Cons. permanentes (C_p) . . (1)	131,3	149,4	+13,8
Consumo total (C_T) . . . . (1)	183,0	202,3	+ 11

b) Acumulados desde 1 de Janeiro de 1958

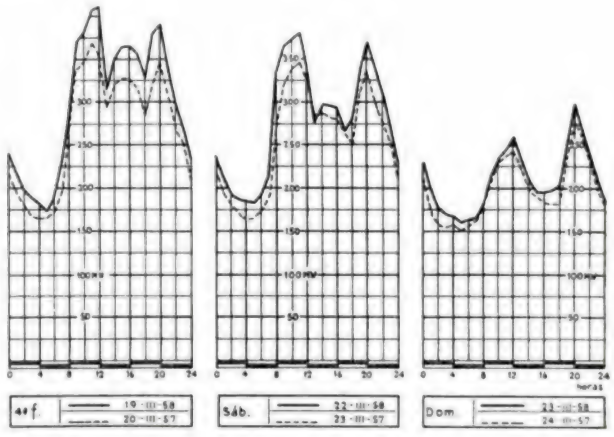
	1957	1958	Variação %
Produção hidráulica (P_h) . . .	475,4	540,0	+ 14
Produção térmica (P_t)	51,7	39,2	— 24
Produção total (P_T)	527,1	579,2	+ 10
Cons. electroquímico (C_{eq}) . (1)	83,7	102,6	+ 23
Cons. permanentes (C_p) . . . (1)	414,1	446,4	+7,8
Consumo total (C_T) . . . . . (1)	497,8	549,0	+ 10

Nota:

(1) Vidé nota referente ao mês de Janeiro de 1957.

III — Diagramas de carga dos dias característicos

	4.ª feira: 20-3-957	4.ª feira: 19-3-958
Produção hidráulica (P_h) — MWh	6554	7283
Produção térmica (P_t) — MWh . .	0	0
Produção total (P_T) — MWh . . .	6554	7283
Utilização da ponta (U) — horas	17,8	17,5
Factor de carga (a)	0,74	0,73
Relação $\frac{\text{Pot. mín.}}{\text{Pot. máx.}}$ (r)	0,44	0,42



IV — Energia armazenada nas principais albufeiras no fim do mês.

Albufeira	Energia armazenada GWh	Energia armazenada % (1)
Paradela	143,6	96,7
Venda Nova	125,3	97,9
Salamonde	26,2	94,8
Caniçada	32,2	97,1
Guilhofrei	8,3	100
Lagoa Comprida	29,4	100
Santa Luzia	52,3	85,0
Cabril	316,1	93,2
Castelo do Bode	154,8	91,9
Pracana	12,9	100
Póvoa	12,0 (2)	100
Total	919,1	94,2

Notas:

(1) Coeficiente de enchimento em energia das albufeiras definido pela relação

$$\frac{\text{Energia armazenada}}{\text{Máx. energia armazenável}} \times 100\ \%$$

(2) Inclui 1,6 GWh armazenados no açude do Poio.

C. D. U. 691.545

POZOLANAS, BETÕES COM POZOLANAS E CIMENTOS POZOLÂNICOS

PELO ENG.º CIVIL (I. S. T.) A. DE SOUSA COUTINHO
Investigador do Laboratório Nacional de Engenharia Civil

(Continuação)

PARTE II

RESULTADOS EXPERIMENTAIS

CAPÍTULO 5

A RESISTÊNCIA DAS POZOLANAS NATURAIS EM PASTA DE CAL

25. A aplicação de pozolanas, em especial dos Açores, em Portugal. — Até há muito pouco tempo as únicas pozolanas nacionais que se conheciam eram as dos Açores.

Actualmente conhecem-se pozolanas naturais nos arquipélagos da Madeira e de Cabo Verde e nas ilhas de S. Tomé e Príncipe. Quanto a pozolanas artificiais, todas as fábricas de cimentos em laboração no País as podem produzir.

Apesar de se saber que as pozolanas dos Açores são aplicadas no próprio Arquipélago desde o seu povoamento pelos colonos portugueses do século XIV, não há notícia escrita da sua aplicação nas obras hidráulicas anteriores ao século XIX. (10)

Segundo o Eng.º Castanheira das Neves, primeiro director do Laboratório de Estudo e Ensaio de Materiais, os escritos portugueses de engenharia dos séculos XVII e XVIII são omissos nas referências às pozolanas, quer estrangeiras, quer nacionais; os dicionários portugueses do princípio do século XIX ou não registavam a palavra pozolana, ou davam-lhe um significado muito diferente do que ela tem.

A primeira referência às pozolanas que aparece em português é devida ao notável engenheiro, político e professor de Física e Química da primeira metade do século XIX, Luís da Silva Mousinho de Albuquerque. Embora tivesse visitado a Ilha de S. Miguel em 1825 em missão oficial de estudo geológico e tivesse residido no Arquipélago de 1829 a 1831, apenas em 1844 se refere às pozolanas dos Açores no seu «Guia do Engenheiro na Construção de Pontes de Pedra». É neste trabalho que pela primeira vez se lança, no País, a ideia da fundação de um laboratório para o estudo experimental e metódico dos nossos materiais de construção, ideia que apenas em 1898 foi concretizada pela criação da Direcção de Estudo e Ensaio de Materiais de Construção, quando já em 1851 tinham sido criados em Paris o Laboratoire des Ponts et Chaussées e em 1869 o Laboratoire de la Ville de Paris.

As pozolanas dos Açores nunca foram objecto de qualquer estudo sistemático. De 1844 a 1898, ano em que foi criado o laboratório da Direcção de Estudo e Ensaio de Materiais de Construção, realizaram-se diversos ensaios sobre as pozolanas dos Açores em tentativas de estudos isolados, com vista exclusivamente à solução de problemas postos pelas obras em que estes materiais iam ser aplicados.

A sua exploração comercial começou em 1855, tendo chegado a serem enviadas para as obras da ponte de Westminster, em Londres.

Dentre as aplicações mais importantes das pozolanas dos Açores citaremos as realizadas nas obras do paredão da Boa Vista, em Lisboa, entre a Ribeira Nova e a Praia de Santos (1858), nas obras do Rio Douro (1862), na construção da Alfândega do Porto e nas obras do Arsenal de Marinha, em Lisboa (1870).

Adolfo Loureiro, na sua monumental obra sobre os portos do País, (62) refere a aplicação de pozolanas dos Açores na construção do porto artificial de Leixões (1883), cujo caderno de encargos, da autoria do Eng.º Nogueira Soares, exigia a verificação do tempo de presa, que devia ser igual ou menor que 30 horas, medido numa argamassa de 1 parte de cal em massa, 2 partes de areia e 2 partes de pozolana. Ia-se também ao ponto de fiscalizar a extracção da pozolana no seu jazigo por conta do governo.

Na construção de cais na cidade de Aveiro foram usadas argamassas de cal, areia e pozolana de S. Miguel (1859). Em 1888 houve ocasião de verificar o seu bom estado quando se procedeu à demolição dos cais para execução de novas obras. (62) Nas obras de protecção das barras de

Aveiro e da Figueira da Foz (1865) as pozolanas foram usadas não só em argamassas de assentamento de cantaria (argamassas de cal e pozolana) mas também em betões. (62)

No porto de Lagos, em 1896, na construção do muro-cais da Pontinha, no Funchal, em 1885, no porto de Angra do Heroísmo, em obras de arte da linha do caminho de ferro do Minho e do Douro, no canal do Alviela, nos canos de esgoto da capital, e em muitos outros trabalhos foram as pozolanas dos Açores empregadas até ao princípio do século XX, em condições técnica e econòmicamente superiores àquelas em que se aplicava o cimento, que então era importado.

Adolfo Loureiro, na obra que temos vindo a citar, refere um único acidente, acontecido em Setúbal: um muro cais de alvenaria com argamassa de cal e pozolana construído entre a Ribeira do Livramento e o cais da Conceição, em 1876, deu sinais de corrosão após algum tempo. A causa teria sido a utilização duma mão de obra muito deficiente aliada ao emprego de blocos rolados, provenientes do lastro de navios, em vez de pedra ordinária de alvenaria, o que deu lugar a uma permeabilidade grande do conjunto.

Nas condições da empreitada das obras e melhoramentos do porto de Lisboa, em 1886, dizia-se no Art. 26 que deveria ser aplicada pozolana procedente dos Açores e dos melhores jazigos destas ilhas. (62) O empreiteiro H. Hersent propôs a sua substituição pela cal hidráulica do Teil, variante que foi aceite, verificando-se depois dificuldades de importação que contribuiram bastante para os tristes acontecimentos que marcaram estas obras.

A primeira e, afinal única, tentativa para o estudo sistemático das pozolanas dos Açores foi realizada por uma comissão nomeada em 1866 pelo professor da Escola Politécnica, João de Andrade Corvo, quando ministro das Obras Públicas, Comércio e Indústria, para o estudo das propriedades e das resistências dos materiais que se empregavam nas construções civis em Portugal. (63) O programa da comissão é o mais sério plano que conhecemos para realizar o reconhecimento dos recursos do País, sob o ponto de vista técnico e nele estavam incluídas as pozolanas dos Açores. Mas a comissão, três anos depois, tinha de se dar por dissolvida, ante o desinteresse dos poderes públicos pela sua actuação.

Após a criação do Laboratório de Estudo e Ensaio de Materiais de Construção começaram as pozolanas dos Açores a ser aí estudadas pelo seu director, o Eng.º José da Paixão Castanheira das Neves. Mas estes estudos eram realizados à medida que eram pedidos pelas entidades interessadas nas suas aplicações, sem obedecerem a qualquer plano sistemático. Apesar disso, os elementos mais valiosos que existem publicados sobre as pozolanas dos Açores são deste ilustre engenheiro. (10)

Em 1950, graças à iniciativa do Eng.º Hélio Corte Real, da Junta Autónoma de Estradas, realizámos nós, em colaboração com este, um estudo de algumas pozolanas da ilha das Flores, extraidas de dois locais diferentes, e de algumas pozolanas da ilha do Faial.

Se em 1905 o Eng.º Castanheira das Neves lastimava que não estivesse feito o reconhecimento das pozolanas dos Açores, decorridos 50 anos tal afirmação é ainda infelizmente verdadeira, pois o nosso desconhecimento das pozolanas dos Açores é hoje tão grande como no início deste século.

Este facto pode explicar-se notando que, como vimos, a primeira referência escrita às pozolanas dos Açores data de há pouco mais de um século, tendo portanto aparecido já no limiar da nova era do cimento portland artificial o qual iria fazer esquecer por largo tempo o uso das pozolanas.

O desenvolvimento no País, depois do primeiro quartel do século XX, da indústria dos cimentos artificiais teve efectivamente como resultado fazer passar ao esquecimento a utilização das pozolanas, de tal modo que hoje nem se conhecem já, na Metrópole, as pozolanas dos Açores.

Em 1947 e 1948 fez-se no nosso País uma tentativa para aplicação de pozolanas artificiais na construção de barragens. Mas, por deficiência dos ensaios mecânicos de recepção do cimento pozolânico então em vigor, os quais conduziam a tensões de rotura iniciais iguais ou superiores às obtidas com o cimento portland, a tentativa não foi coroada de êxito, pois ao passar-se para os ensaios de resistência em betão, as tensões de rotura iniciais destes eram evidentemente diminuídas, o que teria provocado um alarme injustificado que levou ao abandono da utilização do cimento pozolânico.

Este fenómeno, que não foi então devidamente compreendido, foi já apontado e explicado no § 24.4.

Actualmente nota-se, contudo, um crescente interesse, entre nós, pela aplicação de pozolanas, sobretudo em trabalhos marítimos, e assim, nas obras de ampliação dalguns dos portos da Metrópole, como Leixões e Funchal, e do Ultramar, como Lobito, Moçâmedes, Nacala, etc., estão a utilizar-se as pozolanas de Santo Antão, do Arquipélago de Cabo Verde, a que faremos referência mais adiante.

26. Características geológicas sumárias das pozolanas naturais do Arquipélago dos Açores. — O vulcanismo das ilhas do Arquipélago dos Açores é notabilizado pelo carácter alternado das erupções, ora explosivas ora fluidas, encontrando-se por isso camadas sobrepostas de mantos basálticos, de cinzas vulcânicas mais ou menos consolidadas, de lapili, de tufos e de pedra pomes. Este carácter alternado da natureza magmática das erupções explica a diversidade da composição das lavas, encontrando-se lavas de todas as características desde os basanitos, basaltos, andesitos e traquitos e até mesmo traquitos quase riolitos, com 9 % de sílica livre, na ilha de S. Miguel. (10) (11)

As pozolanas mais exploradas foram as da ilha de S. Miguel, a ilha mais rica nas diferentes naturezas das lavas, e possuindo lavas de todas as composições apontadas; a ilha Terceira, onde também se encontram boas pozolanas, é a que contém as lavas mais ácidas que ocorrem no Arquipélago. É na Terceira que ocorre uma geyserite, rocha constituída por um gel silicioso, com 86 % de sílica, branca, leve, porosa e cheia de vestígios de folhas e de troncos de plantas; é uma rocha depositada a uma curta distância de uma emergência termal, numa pequena bacia topográfica.

Há também excelentes pozolanas na ilha das Flores, onde abundam os traquitos e os andesitos, na ilha Graciosa, onde os traquitos se espalham sobre os basaltos e na ilha de S. Jorge, ilha quase exclusivamente constituída por basaltos feldspáticos com olivina, existindo a leste da Fajã de S. João um afloramento de rocha traquítica.

Na ilha do Faial, a grande caldeira central é formada por lavas traquíticas plagioclásicas: Castelo Branco, no sul desta ilha, está assente numa zona igualmente traquítica. Nesta ilha se extraem boas pozolanas das *lombas*, que partem desta grande caldeira central e vão terminar em ribas aprumadas sobre o mar, havendo muitas vezes necessidade de escavar alguns metros para encontrar as camadas que as contêm.

Quanto às restantes ilhas, como Santa Maria, são mais pobres de pozolanas, pois as rochas eruptivas que aí se encontram são de origem basáltica. No Pico não foi observada qualquer rocha traquítica; da ilha do Corvo não temos notícia, nem da sua constituição geológica nem da existência de pozolanas.

As características das lavas do Arquipélago dos Açores produzem uma diversidade grande na natureza e qualidade das pozolanas, tornando difícil a sua exploração comercial.

De facto, as pozolanas aparecem em camadas de espessura variável, variando de cor, de aspecto, de composição química e de valor hidráulico, de camada para camada; a sua espessura pode ir de alguns centímetros até cerca de 1 metro ou mesmo mais.

As análises químicas publicadas por Castanheira das Neves (10) (64) revelam variações de 22 a 70 % para o SiO_2, de 4 a 40 % para o O_3Al_2 e de 0,8 a 23,6 % para o O_3Fe_2. O estudo da composição mineralógica destas pozolanas não foi ainda realizado, o que este ilustre engenheiro lamentou profundamente.

27. A reactividade dalgumas pozolanas das ilhas das Flores e do Faial. — Na fig. 14 está indicado um corte sumário dum local a oeste da

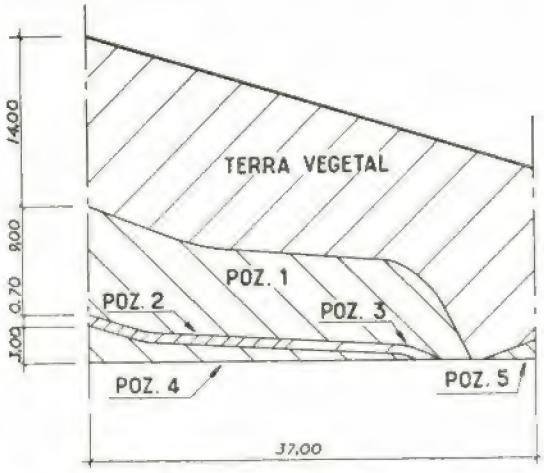


Fig. 14 — Corte sumário dum jazigo de pozolanas na ilha das Flores (margem esquerda da Ribeira Grande)

ilha das Flores, na margem esquerda da Ribeira Grande, que contém 5 tipos de pozolanas. No

QUADRO II

Composição química dalgumas pozolanas das ilhas das Flores e do Faial

Origem das pozolanas			Perdas de peso Entre 100 e 500° C %	Perdas de peso Entre 500 e 1000° C %	SiO_2 %	$O_3\ Al_2$ %	$O_3\ Fe_2$ %	OCa %	OMg %	SO_3 %	$OK_2 + ONa_2$ %
Ilha das Flores	Ribeira Grande	1	4,8	0,6	59,5	20,2	6,8	3,0	1,0	0,4	3,4
		2	3,6	0,5	60,8	18,9	5,7	1,7	0,8	1,1	6,9
		3	4,2	0,9	62,0	18,6	6,2	2,3	0,6	0,3	4,9
		4	4,0	1,1	64,5	18,9	3,7	2,9	0,5	0,4	3,9
		5	4,9	1,2	59,5	19,4	6,5	3,0	0,9	0,1	4,4
	Entre a Fajãzinha e Caldeira		13,5	0,9	33,0	31,5	15,9	Vest.	2,5	0,7	2,1
	Fazenda das Lajes		7,3	0,5	49,1	29,7	8,3	0,6	0,8	0,5	3,7
Ilha do Faial	Lomba do Pilar		10,3	1,8	40,0	34,2	10,3	Vest.	0,9	0,3	2,2

QUADRO III

Ensaios tecnológicos de recepção dalgumas pozolanas das ilhas das Flores e do Faial

Origem das pozolanas			Flexão, kg cm^{-2} 28 dias	6 meses	1 ano	2 anos	5 anos	Compressão, kg cm^{-2} 28 dias	6 meses	1 ano	2 anos	5 anos
Ilha das Flores	Ribeira Grande	1	13	10	12	12	7	26	31	26	23	14
		2	4	–	–	–	–	9	–	–	–	–
		3	12	–	–	–	–	24	–	–	–	–
		4	15	–	–	–	–	35	–	–	–	–
		5	12	22	25	30	23	27	77	65	94	80
	Entre a Fajãzinha e Caldeira		0,3	–	–	–	–	1,5	–	–	–	–
	Fazenda das Lajes		22	22	21	22	20	50	72	38	62	68
Ilha do Faial	Lomba do Pilar		18	–	–	–	–	58	–	–	–	–

quadro II, está indicada a composição química destas pozolanas e no quadro III, as tensões de rotura determinadas em prismas com 4×4×16 cm fabricados com pastas constituídas por 1 de cal para 3 de pozolana, em peso, com consistência normal, tal como é preconizado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil [§ 24.3, e)].

Nos mesmos quadros figuram as composições químicas e as resistências mecânicas de mais duas pozolanas, uma extraída um pouco mais a sul da Ribeira Grande, entre Fajãzinha e Caldeira, e outra extraída dum local no extremo sudeste da ilha denominado Fazenda das Lajes.

Como se vê, a diversidade de composições químicas é importante, mesmo num só local, Ribeira Grande, e as variações de reactividade

também o são, fazendo-se notar a pozolana n.º 2 pela sua fraca reactividade.

A pozolana da Fazenda das Lajes é a que apresenta melhores características de reactividade, e a pozolana extraída entre a Fajãzinha e Caldeira, não tem, pràticamente, reactividade.

Da ilha do Faial também no fim dos mesmos quadros II e III estão indicadas a composição química e a resistência de uma pozolana extraída da Lomba do Pilar (barreira de João Rolo), a norte da cidade da Horta onde é muito aplicada na construção.

A variação das tensões de rotura com a idade não é uniforme, apresentando grandes dispersões de idade para idade, o que é difícil explicar.

A fragilidade das pastas de cal e pozolana com mais de um ano de idade é notável, sobretudo nas pozolanas muito reactivas. As roturas dão-se bruscamente, como se se tratasse de vidro. É talvez este facto que contribui para a grande dispersão dos resultados dos ensaios efectuados a longo prazo.

Sob o ponto de vista de finura estas pozolanas apresentam-se na natureza em pó, não sendo necessário qualquer tratamento especial para lhes aumentar a finura.

Assim, a pozolana da Fazenda das Lajes apresenta uma finura Blaine de 6000 a 7000 $cm^2\ g^{-1}$; as da Ribeira Grande, finuras compreendidas entre 2000 e 4000 $cm^2\ g^{-1}$ e a pozolana extraída dum local entre a Fajãzinha e a Caldeira 5500 $cm^2\ g^{-1}$. A finura da pozolana da ilha do Faial varia de 3000 a 6000 $cm^2\ g^{-1}$. Todas estas pozolanas passam através do peneiro de 74 μ de abertura sem deixarem resíduo.

Apesar da finura elevada destas pozolanas tal como se encontram na natureza, uma moedura adicional ainda lhes faz aumentar a sua reactividade, embora de modo reduzido, sendo em geral a diferença mais sensível nas pozolanas fracas, cuja reactividade pode apenas aumentar de uns 50 %.

Como se vê, pela simples análise química é impossível prever a qualidade duma pozolana; na Ribeira Grande encontram-se 5 tipos, que não são quìmicamente muito diferentes, mas que apresentam tensões de rotura bastante diversas.

A característica que mais distingue estas pozolanas é a cor, que vai do cinzento claro ao cinzento escuro e cor de tijolo. As pozolanas mais reactivas são as mais claras, e as sem reactividade, as vermelhas. De facto, as pozolanas da Fazenda das Lajes, a n.º 5 da Ribeira Grande e a da Lomba do Pilar são cinzento-claras. A pozolana extraída do local entre a Fajãzinha e a Caldeira é da cor de tijolo. Esta característica está certamente relacionada com a acidez da lava, conforme já foi referido, e como veremos mais adiante (§ 31).

28. A influência da proporção de cal na resistência das pastas e argamassas dalgumas pozolanas da ilha das Flores. — Uma propriedade importante das pozolanas é a sua diferente reactividade para a cal, que dá lugar a resistências que variam com a proporção em que se juntam a esta. Este facto é importante e deve ser tido em conta quando se procede à confecção de argamassas de cal e pozolana, pois se um traço é óptimo com uma dada pozolana, o mesmo pode não acontecer com outra. Daqui resulta uma variedade grande nos traços adoptados pelos diferentes utilizadores das pozolanas dos Açores, variedade acrescida ainda pela variabilidade das baridades destas pozolanas, o que torna os traços volumétricos não comparáveis entre si. As baridades das pozolanas dos Açores variam de 600 a 1000 kg m^{-3}, e as suas densidades absolutas de 1,8 a 2,6. Os traços em que as pozolanas dos Açores são usadas com a cal variam desde 6 volumes de cal para 1 de pozolana, até 1 volume de cal para 4 de pozolana. (10) (64) A baridade da cal aérea seca é da ordem de 500 kg m^{-3}.

Ao variar a proporção entre a cal e a pozolana, a tensão de rotura varia muito, obtendo-se o máximo de resistência com traços que vão de 1 : 2 até 1 : 8, em peso.

Na fig. 15 estão indicadas as variações de resistência da pozolana da Fazenda das Lajes e das pozolanas n.º 1 e n.º 5 da Ribeira Grande com a proporção de cal, em pasta (fig. 15 *a*) e em argamassa (fig. 15 *b*) com o traço, em peso, de 1,8 de pozolana e cal para 1,5 de areia. Os resultados obtidos são um pouco diferentes em pasta ou em argamassa, o que é certamente devido à influência da granulometria do conjunto. Como se vê, para a pozolana da Fazenda das Lajes, o máximo de resistência é obtido na proporção de 1 de cal para 2 de pozolana, proporção mais acusada em argamassa do que em pasta. Para a pozolana n.º 1 da Ribeira Grande

a melhor proporção é de 1 : 8 em pasta e de 1 : 6 em argamassa; para a pozolana n.º 5 do mesmo depósito a melhor proporção na pasta é de 1 : 4 e a melhor proporção em argamassa é de 1 : 7.

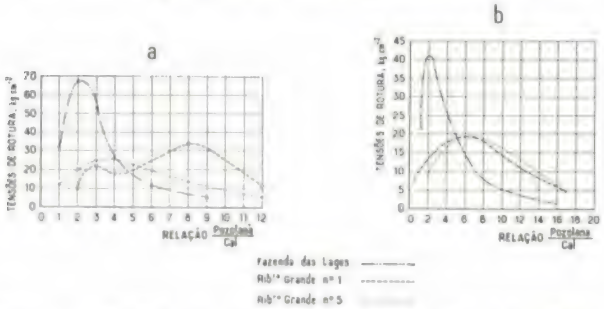


Fig. 15 — Influência da proporção da cal nas tensões de rotura por compressão das pastas e argamassas de algumas pozolanas da ilha das Flores (Fazenda das Lajes, Ribeira Grande n.º 1 e n.º 5). Idade do ensaio: 28 dias. Conservação: dentro de água.

a — Pastas de cal e pozolana.

b — Argamassas de 1,8 de cal e pozolana para 1,5 de areia.

Estes resultados indicam que para determinar o traço duma argamassa de cal, pozolana e areia, *é necessário proceder a uma determinação experimental das proporções entre estes elementos, de modo a tirar o máximo partido dos três materiais.*

Resultados deste tipo foram também obtidos por Parissi e Cereseto, (65) em 1944, para algumas pozolanas italianas.

29. Pozolanas da Ilha de Santo Antão (Arquipélago de Cabo Verde). — A primeira notícia da existência destas pozolanas apareceu em 1947 quando o Sr. E. Santiago, acidentalmente na ilha de Santo Antão, pôs a questão de saber para que serviria um tufo vulcânico de cor clara, extraordinàriamente vacuolar, e desfazendo-se fàcilmente em pó pela pressão dos dedos, que cobre uma encosta na parte sul desta ilha, a única região plana de baixa altitude, numa extensão de uns 12 km ao longo da costa por 5 a 7 km para o interior, descendo em declive suave desde a altitude de 350m até ao nível do mar.

A interpretação da primeira análise química realizada nessa data, em 1947, sugeriu a hipótese de se tratar de uma pozolana, e, efectivamente, um ensaio de reactividade em pasta de cal forneceu um resultado surpreendente duma reactividade inicial muito acusada.

29.1. Características geológicas sumárias da ilha de Santo Antão. — Segundo um notável trabalho do Eng.º Bacelar Bebiano sobre a geologia do Arquipélago de Cabo Verde (66), a ilha de St.º Antão é principalmente constituída por rochas basálticas que alternam com lapili, tufos e escórias vulcânicas.

Dum modo geral as rochas que se encontram no Arquipélago de Cabo Verde são mais básicas do que as dos Açores. Com efeito, num estudo comparativo da natureza dos magmas que ocorrem nas ilhas do Atlântico, Berthois (67), conclue que a série eruptiva de Cabo Verde começa nos sienitos, enquanto a dos Açores, como vimos, começa nos traquitos. As rochas mais ácidas das ilhas do Atlântico ocorrem na ilha da Ascenção (riolitos) e na ilha de Tenerif, do Arquipélago das Canárias (obsidianas).

Nas ilhas do Arquipélago de Cabo Verde encontram-se rochas ácidas desde as já citadas, sienitos, até às ultrabásicas, ankaratritos e basaltos com olivina.

Uma característica importante destas rochas é que as mais ácidas possuem uma percentagem de óxido de cálcio inferior à das rochas semelhantes do Arquipélago dos Açores, mas nas rochas básicas e ultrabásicas a percentagem deste óxido é superior à das dos Açores.

A maior parte das rochas que cobrem a ilha de St.º Antão é de natureza basáltica, contendo labradorite, nefelina, hauyna, piroxenas (augite, às vezes alterada em anfíbola e serpentina) e peridotite (olivina, magnetite, apatite, perowskite e analcima). Este manto basáltico é cortado por numerosos filões e diques de rochas variadas, que são: limburgitos-monchiquitos (contendo hauyna, augite, olivina, magnetite, analcima e fonolitos de sanidina e oligoclase ou nefelina, ou fonolitos de anortose, sanidina, albite e oligoclase, nefelina, noseana e esfena), traquitos e andesitos (com andesina e sanidina, augite titanífera e olivina) e sienitos e dioritos (com ortose, albite, oligoclase, andesina, augite, hornblenda, esfena, apatite e magnetite).

29.2. Características da formação pozolânica. — A rocha que constitue a formação pozolânica não foi ainda estudada em particular, sob o ponto de vista mineralógico.

Os elementos que a seguir vamos apresentar sobre a jazida destas rochas foram obtidos pelo Eng.º Athayde V. Cordeiro que visitou expressamente a ilha em 1949.

Como já dissemos, a formação pozolânica encontra-se numa região plana, cobrindo uma encosta com 12 km de extensão paralela ao mar e com 5 a 7 km de extensão para o interior, descendo suavemente desde a cota 350 m até ao nível do mar (fig. 16). As jazidas de pozolana que afloram com boas condições de exploração atingem extensões variáveis de 2 a 4 km de comprimento por 0,4 a 3 km de largura. Por exemplo, o jazigo do Brejo apresenta uma área de 1 km², o das Gamboezas, Ribeira Fria e Fundão constitue uma mancha rectangular com 4 km de comprimento por 2 a 3 km de largura.

Fig. 16 — Vista geral da formação pozolânica na ilha de Santo Antão (segundo o eng. Athayde V. Cordeiro)

Esta região, onde falta completamente qualquer espécie de vegetação, é cortada por vales profundos e estreitos, devido à natureza friável da rocha vulcânica, e cuja bacia de alimentação se encontra na região montanhosa do centro da ilha.

A ilha foi sede de diversas erupções de magma basáltico. Intercaladas nos mantos basálticos encontram-se formações mais ou menos desenvolvidas de produtos piroclásticos que foram projectados pelas crateras principais e secundárias espalhadas pelas formações montanhosas que limitam a norte esta planície. São estes produtos piroclásticos, lançados sobre um manto basáltico que constituem as pozolanas.

Na fig. 17 avalia-se a forma do seu contacto com o bed-rock: uma separação nítida indicando uma deposição da rocha já no estado sólido e em nada afectando a rocha subjacente.

A fig. 18 dá uma ideia da possança que chega a atingir esta formação: mais de 6 metros nalgumas zonas.

Se no Arquipélago dos Açores a exploração das pozolanas é difícil pela pequenez dos jazigos e pela sua extraordinária variabilidade, em virtude do carácter reduzido das erupções, aqui, uma erupção de extraordinária violência, amplitude e regularidade cobriu uma enorme extensão

Fig 17 — Contacto da formação pozolânica com o bed-rock (segundo o eng. Athayde V. Cordeiro).

Fig. 18 — Possança da formação pozolânica (segundo o eng. Athayde V. Cordeiro).

com uma cinza que mais tarde se aglomerou e alterou pela acção das águas carbonatadas, dando origem a um material dotado duma reactividade pozolânica extraordinária.

A intensa acção erosiva que se exerce sobre as ilhas do Arquipélago de Cabo Verde, a posição desta formação e a sua extraordinária fraqueza mecânica fazem pensar que originàriamente esta formação deveria ter proporções muitíssimo maiores do que aquelas que hoje conhecemos: a acção erosiva deve ter feito desaparecer a maior parte deste produto, e o que hoje resta deve ser uma pequeníssima parte daquilo que a natureza depositou nesta encosta da ilha de St.º Antão.

A formação pozolânica é constituída por lapili de cor cinzento clara, cujos elementos têm dimensões de 1 a 3 cm, que arrefeceu ràpidamente quando da sua projecção na atmosfera. Este facto provocou a formação duma massa vacuolar, com um peso específico de cerca de 500 kg m^{-3}, e que apresenta um volume de vazios da ordem de 80 %, pois a densidade absoluta da pozolana em pó é de 2,2 g cm^{-3} (fig. 19).

Este aglomerado, apresentando a sua massa cheia de interstícios, ficou em óptimas condições para que os agentes atmosféricos exercessem a sua contínua acção meteorizante, produzindo profundas alterações, químicas e de estrutura, o que, aliado ao arrefecimento brusco, deverá ter contribuído para a extraordinária reactividade destas pozolanas.

29.3. Características tecnológicas das pozolanas da ilha de St.º Antão. — A análise química e o ensaio tecnológico de reactividade com a cal [§ 24.3, e)] de diferentes amostras de pozolana colhidas em diversos pontos da formação, mostram uma regularidade notável de propriedades. No quadro IV está indicada a composição química de 6 amostras extraídas de diferentes pontos afastados, desta formação e no quadro V estão indicados os resultados dos ensaios tecnológicos de reactividade até 3 anos de idade.

Para a realização destes ensaios a pozolana foi moída num moinho de bolas até à finura de 8000 cm^2 g^{-1} determinada pelo método de Blaine.

Estes resultados mostram uma composição

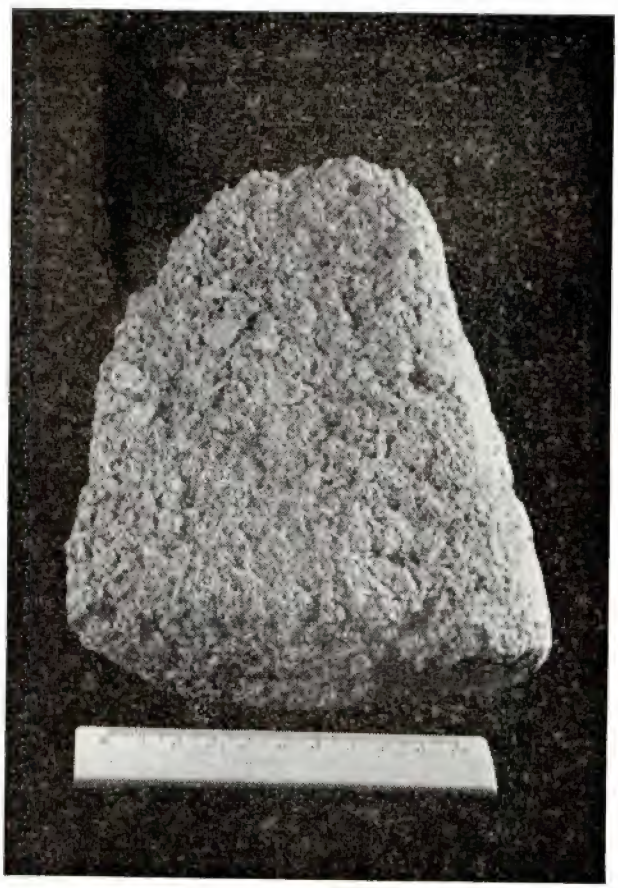


Fig 19 — Aspecto macroscópico da pozolana da ilha de St.º Antão

TEODOLITOS

CONSTRUÇÃO DR. H. WILD

DK 2
DKM 2
DKM 2-U
DKM 2-T

SÃO DE LONGE O QUE DE MELHOR SE FABRICA EM TODO O MUNDO!

Precisão inexcedível
Manejo facílimo
Construção robusta
A óptica mais luminosa

Aumento da luneta 30×, abertura da objectiva	45 mm
Focagem mínima a	1,4 m
Focagem máxima para leitura dos mm na mira	230 m
Idem para leitura dos cm	500 m
Constante de multiplicação 100, e de adição	0
Peso do equipamento com tripé extensível, sómente . . .	10,9 Kg

KERN & CIE. S. A. AARAU — Suíça

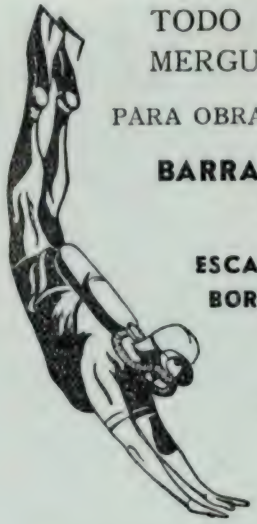
REPRESENTANTES

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & CA. LDA.

RUA DE SANTO ANTÓNIO, 137-145 — PORTO — TEL. 20254/5
RUA ANTERO DE QUENTAL, 17-1.º — LISBOA — TEL. 53366

NOTA — Os teodolitos «KERN» não são aparelhos repetidores, mas sim teodolitos de círculo-duplo, oferecendo portanto maior precisão e um trabalho muito mais simples e mais rápido.

"COUSTEAU-GAGNAN"



TODO O MATERIAL DE MERGULHO AUTÓNOMO

PARA OBRAS DE:

BARRAGENS, PONTES PORTOS, ETC. ...

ESCAFANDROS, FATOS DE BORRACHA, LANTERNAS, BATÍMETROS, ETC.

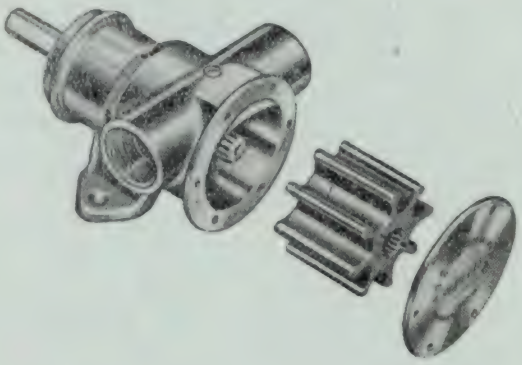
PEÇA O N/ CATÁLOGO

Um Exclusivo da

RUA DO CARMO, 21
LISBOA

Tel. 22797 — 24643

BOMBAS



Se há um problema de bombas consulte

VASCO PESSOA, LDA.

Rua da Boa Vista, 63 — LISBOA

J. B. FERNANDES & C.ª, L.DA

CASA FUNDADA EM 1781

Telefones P. P. C. 32591/5

Largo de S. Julião — LISBOA

*

Sempre em "stock" aos melhores preços:

— Tubos para água, galvanizados e pretos.
— » de aço sem costura para alta pressão.
— » » » » » vapor.
— » » » para caldeiras.
— » » largos diâmetros para poços.
— » » cobre, latão, de aço inox.
— Acessórios para tubos.
— Chapa de aço inoxidável.
— » » ferro chumbado.
— » macia super-estanhada.
— » galvanizada, lisa e ondulada.
— » de alumínio ondulada para cobert.
— » » ferro, fina, média e grossa.
— » » » xadrez.
— » » metal Muntz para barcos.
— » » zinco e de chumbo.
— » » aluminio.
— » » cobre.
— » » latão.
— Folha de Flandres.
— Bronze fosforoso de fundição centrifugada em casquilhos e cavilhas.
— Bronze manganês para veios.
— Metal antifricção inglês.
— Arco galvanizado para vazilhame.
— Barramento de ferro em todos os perfis.
— Arco de tanoeiro.
— Arames vulgares, de ferro e zincados.
— Arames de aço inoxidável, de bronze, latão e cobre.
— Ferramentas «BELZER», nas mais modernas concepções para a indústria.
— Brocas, Mandris, Machos e Buchas marca «MAY».
— Solda de todos os tipos para metais ferrosos e não ferrosos.
— Cabos de aço e inoxidável.
— Correntes de ferro e de aço.
— Aparelhos diferenciais.
— Aparelhos eléctricos, de furar, ventoinhas, esmeriladoras, etc.
— Guilhotinas e saca-bocados.
— Macacos hidráulicos.

VASTÍSSIMO SORTIDO DE: FERRAMENTAS, AÇOS, FERRAGENS E METAIS

Lingotes de Bronze / Latão
Cobre-fósforo / Zinco / Estanho
Chumbo / Antimónio, etc.

CUTILARIAS DAS MELHORES MARCAS

ARTIGOS DOMÉSTICOS

QUADRO IV

Composição química das pozolanas da ilha de Santo Antão

Origem das pozolanas		Perda de peso entre 100 e 1000° C %	SiO_2 %	O_3Al_2 %	O_3Fe_2 %	OCa %	OMg %	SO_3 %	$OK_2 + ONa_2$ %
Gamboesas	n.º 1	13,6	49,5	20,0	2,05	3,22	1,94	0,35	9,08
	n.º 2	13,6	49,9	19,6	1,96	2,04	1,74	0,28	9,89
Ribeira Fria		12,8	51,6	20,2	1,93	1,54	1,54	0,13	10,79
Fundão		13,3	50,8	21,0	1,66	1,45	1,77	0,19	10,19
Brejo	n.º 1	12,3	49,1	19,4	3,33	1,02	2,44	0,33	11,80
	n.º 2	12,7	50,5	19,5	1,88	1,81	1,59	0,29	11,10

QUADRO V

Ensaios tecnológicos de recepção das pozolanas da ilha de Santo Antão

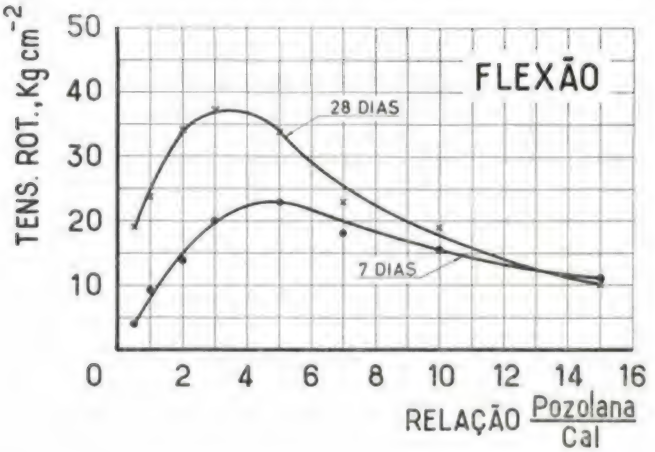
Origem das pozolanas	Flexão, kg cm^{-2}					Compressão, kg cm^{-2}				
	7 dias	28 dias	6 meses	1 ano	3 anos	7 dias	28 dias	6 meses	1 ano	3 anos
Gamboesas	26	22	24	27	17	69	84	95	125	124
Ribeira Fria	25	24	24	27	25	73	101	129	130	138
Fundão	23	28	31	26	22	64	97	118	106	124
Brejo	24	28	29	23	22	62	88	94	136	124
Brejo (moída num moinho de martelos a 4000 cm^2 g^{-1})	14	32	31	32	29	36	83	86	129	116

e uma reactividade pràticamente constantes, se atendermos às grandes variações na composição mostradas por outras pozolanas, e às dispersões que se obtêm normalmente nos ensaios tecnológicos de reactividade.

O que caracteriza essencialmente esta pozolana é a elevada resistência que se manifesta logo a 7 dias. Esta alta reactividade é demonstrada pela elevada perda de peso a 1000° C, o que denota uma alteração intensa. É, com efeito, a pozolana que apresenta a maior resistência inicial, de todas as pozolanas que temos ensaiado no Laboratório Nacional de Engenharia Civil e também das pozolanas cujos resultados aparecem na literatura. A moedura em moinho de martelos só lhes baixa a resistência inicial, a 7 dias, para metade. De 28 dias até 3 anos as resistências são iguais, quer a pozolana tenha sido moída num moinho de bolas quer tenha sido moída num de martelos.

29.4 **Influência da percentagem de cal na resistência das pastas de cal e pozolana da ilha de Santo Antão.**— A influência da proporção da cal na resistência da pasta de cal e pozolana é muito acusada. Na fig. 20 está indicada a variação da resistência a 7 e a 28 dias, com esta proporção. À medida que a proporção de cal sobe as tensões de rotura crescem rápidamente até 1:2, rapidez que é mais acusada a 28 dias do que a 7 dias. Atingido o máximo, que se verifica em 1:5, as tensões decrescem mais lentamente atingindo metade do valor máximo na proporção de 1:15, no caso dos ensaios a 7 dias e na proporção de 1:9 a 1:11 no caso dos ensaios a 28 dias,

30. Pozolanas da ilha de Porto Santo.— A série de rochas eruptivas da ilha da Madeira começa, como a das ilhas do Arquipélago dos Açores, nos traquitos, e vai até às rochas ultrabásicas da classe dos ankaratritos, tal como nos



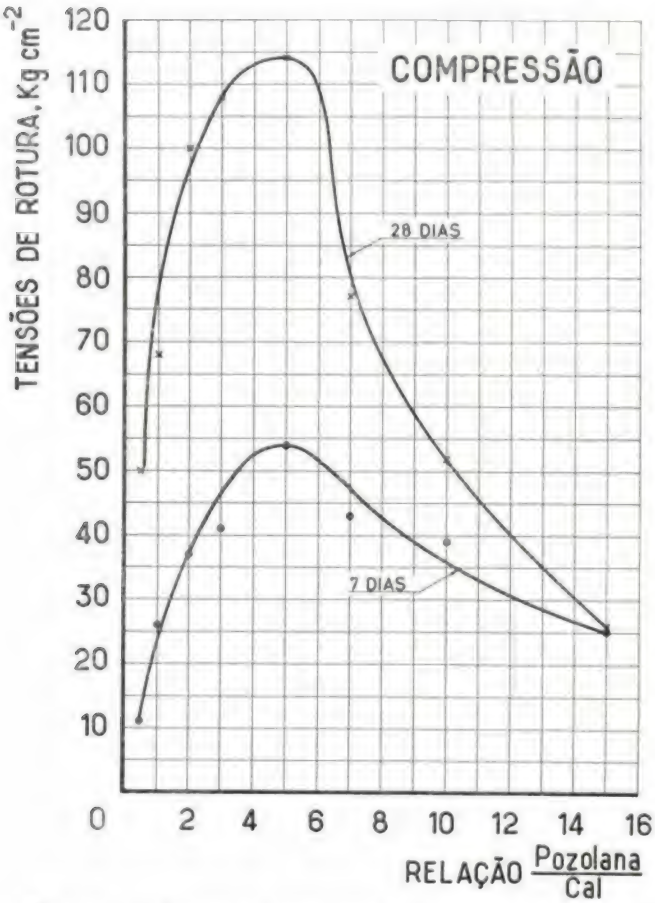


Fig. 20 — Influência da proporção da cal na resistência das pastas de cal e pozolana de St.º Antão.

Ensaios realizados sobre primas com 4 × 4 × 16 cm, conservados dentro de água.

Água de amassadura variável, para manter a consistência normal.

Arquipélagos dos Açores e de Cabo Verde. (67)

Não conhecemos referências escritas às pozolanas da ilha de Porto Santo, mas estas têm sido objecto de alguns ensaios preliminares no Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Dentre alguns tipos estudados merecem especial menção duas, extraídas da Vigia e das Pedras Pretas. Estas pozolanas apresentam uma cor acastanhado-escura, com o aspecto duma argila altamente compacta e consolidada, necessitando um importante trabalho de britagem e moedura para serem reduzidas a pó. Para termo de comparação bastará notar que, enquanto a pozolana da ilha de Santo Antão necessita apenas de 2 horas de moedura num dado moinho de bolas, estas pozolanas da ilha de Porto Santo necessitam, para serem reduzidas à mesma finura (8000 cm^2 g^{-1}), de cerca de 24 horas.

Estas pozolanas ocorrem no sul da ilha, na orla costeira da baía de Porto Santo.

No quadro VI estão indicadas as suas composições químicas.

Sob o ponto de vista de variabilidade na reactividade, o carácter das pozolanas da ilha de Porto Santo é idêntico ao das pozolanas do Arquipélago dos Açores. Assim, no quadro VII estão indicados os resultados dos ensaios tecnológicos de reactividade [§ 24.3, e)] das pozolanas que figuram no quadro anterior e de outras quatro amostras, duas das quais de origem que não foi possível identificar.

A pozolana das Pedras Pretas apresenta um carácter extremamente curioso: a 7 dias dá tensões de rotura muito baixas, mas a 28 dias e sobretudo a 3 meses e 1 ano as tensões de rotura à compressão vão subindo bastante até atingirem tensões da ordem das dadas pela pozolana da ilha de Santo Antão, mantendo-se contudo as tensões de flexão num nível mais baixo.

A influência da cal na resistência da pozolana das Pedras Pretas está indicada na fig. 21. Como se vê, o máximo de resistência é obtido para a proporção de 1 de cal para 5 de pozolana, tanto à flexão como à compressão, e é nítida apenas a 28 dias.

31. Classificação aproximada da natureza geológica das pozolanas naturais estudadas. — Berthois, (67) que estudou profundamente as rochas eruptivas das ilhas do Atlântico, indica curvas, para as séries eruptivas dos diferentes arquipélagos, que relacionam entre si os parâmetros magmáticos de Niggli, (25) e a partir das quais é possível fazer a classificação geológica das rochas eruptivas.

QUADRO VI

Composição química dalgumas pozolanas da ilha de Porto Santo

Origem das pozolanas	Perda de peso entre 100 e 1000° C %	SiO_2 %	O_3Al_2 %	O_3Fe_2 %	OCa %	OMg %	SO_3 %	OK_2 %	ONa_2 %
Pedras Pretas	12,41	43,55	16,89	11,21	6,28	4,14	Vest.	1,60	4,30
Vigia	15,11	42,83	18,25	9,88	8,10	3,45	0,49	0,56	2,60

QUADRO VII

Ensaios tecnológicos de recepção de pozolanas da ilha de Porto Santo

Origem das pozolanas	Flexão, kg cm^{-2}						Compressão, kg cm^{-2}					
	7 dias	28 dias	3 meses	6 meses	1 ano	4 anos	7 dias	28 dias	3 meses	6 meses	1 ano	4 anos
Pedras Pretas.	2	12	21	—	21	—	4	40	85	—	118	—
Vigia	4	6	7	10	12	—	6	16	27	37	54	—
Lombas	—	2	2	—	8	—	—	3	4	—	21	—
Balditoro	1	6	—	8	10	—	2	12	—	26	35	—
C	1	8	—	14	14	15	4	14	—	49	42	47
D	2	10	—	11	11	12	3	18	—	40	41	52

Deste modo, obtida a análise química, em óxidos elementares, duma dada rocha e calculando os parâmetros magmáticos a partir desta análise (Apêndice II) a sua localização nestas curvas permite fazer a classificação do magma que deu origem a essa rocha.

Embora esta análise exija a determinação do OFe, OMn, ONa_2, OK_2, O_2Ti e P_2O_5, além das determinações correntes que figuram nos quadros anteriores e que fazem parte da rotina das análises correntes, e apesar de, no nosso caso, não se terem feito estas determinações, isso não invalida grandemente o raciocínio que se vai seguir pois nos vamos servir simplesmente dos parâmetros *si* e *al*, os quais, e sobretudo o primeiro, não são muito afectados pelo valor destes óxidos de determinação menos corrente (Apêndice II).

Na fig. 22 estão indicados os diagramas de variação de *si* em função de *al* (11) (67) para as famílias das rochas dos arquipélagos dos Açores, de Cabo Verde e da Madeira.

Calculando o parâmetro magmático de Niggli *si* com os elementos que figuram no quadro II para as pozolanas das ilhas das Flores e do Faial, no quadro IV para as pozolanas da ilha de Santo Antão e no quadro VI para as pozolanas da ilha de Porto Santo, obtêm-se os números indicados no quadro VIII, com os quais, e com o auxílio da fig. 22, é possível fazer a classificação geológica das pozolanas com o pertencendo à rocha indicada na última coluna deste quadro.

A reactividade das pozolanas da ilha das Flores está mais ou menos explicada pelo carácter ácido e básico das rochas. A pozolana extraída entre a Fajãzinha e a Caldeira (§ 27), de cor vermelha, é extremamente básica, e, se apresenta alguma reactividade pozolânica (pois a pasta de cal e pozolana, apesar de dar tensões de rotura baixíssimas passa ao estado sólido, estável, que se não desagrega dentro de água), esta é devida exclusivamente à profunda alteração pelos agentes atmosféricos, que sofreu.

Para a pozolana da ilha de St.º Antão o cálculo de *si* foi feito a partir do valor médio das análises indicadas no quadro IV, tendo-se obtido o valor 214. Este valor é o mais elevado dos indicados por Berthois para o Arquipélago de

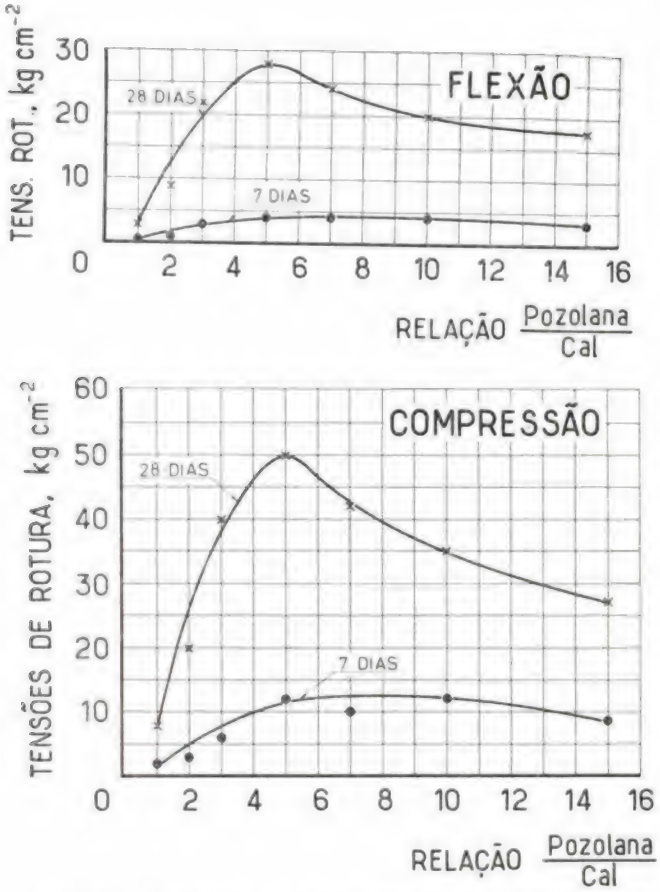


Fig. 21 — Influência da proporção da cal na resistência das pastas de cal e pozolana das Pedras Pretas (ilha de Porto Santo).

Ensaios realizados sobre prismas com 4 × 4 × 16 cm, conservados dentro de água.

Água de amassadura variável, para manter a consistência normal.

lises, o parâmetro *al* vem maior do que seria de esperar. Este parâmetro classifica pois o tufo vulcânico de St.º Antão na categoria das rochas mais ácidas do Arquipélago, situando-o entre os traquitos e os fonolitos (traquito sub-saturado).

A reactividade desta pozolana é pois devida não só à profunda alteração, mas também ao carácter já ácido do magma que lhe deu origem (sienito-nefelínico).

No caso das pozolanas de Porto Santo, o diagrama de Berthois classifica as lavas que lhes deram origem como basaltos. A elevada perda ao rubro destas pozolanas confirma o alto estado de alteração em que se encontram as rochas, e portanto explica a reactividade pozolânica. A relativa fraqueza inicial destas pozolanas é certamente proveniente da basicidade elevada da rocha originária.

37. Resultados obtidos com uma pozolana italiana. — Para efeitos comparativos com as pozolanas que acabámos de estudar, vamos referir os resultados de ensaios idênticos realizados com uma pozolana italiana, importada especialmente, pozolana que é utilizada pela conhecida empresa produtora de cimento, Italcementi, para a fabricação de cimento pozolânico. A sua composição química está indicada no quadro IX e as tensões de rotura obtidas no ensaio tecnológico, tal como é preconizado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil [§ 24.3, c)], estão indicadas no quadro X.

Estes ensaios foram realizados com a pozolana

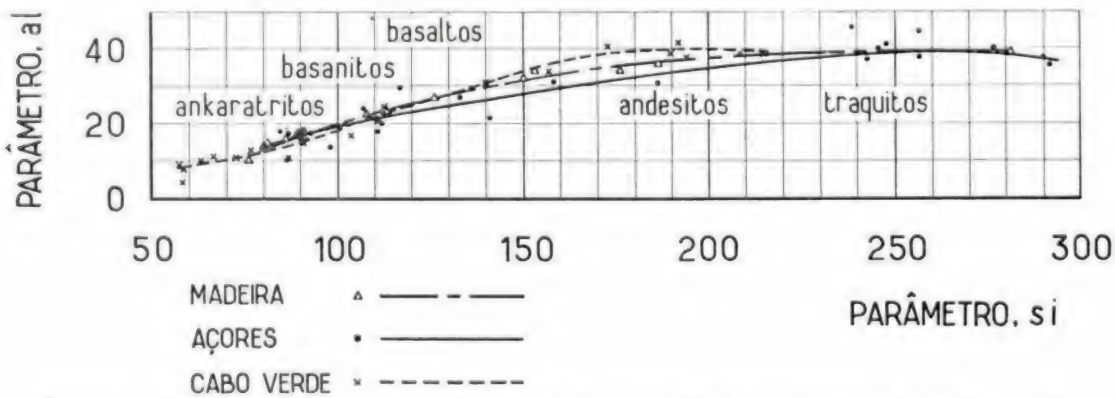


Fig. 22 – Séries das rochas eruptivas dos arquipélagos da Madeira, Açores e Cabo Verde (67).

Cabo Verde, o qual dá 215 para um sienito nefelínico da ilha da Boa Vista, com $al = 39$, enquanto no nosso caso $al = 45$, o que não é de estranhar pois, dada a aproximação das nossas análises, o parâmetro *al* vem maior do que seria de esperar.

moída no Laboratório até à finura Blaine de 8000 cm^2 g^{-1}.

É uma pozolana fraca na idade jovem e a evolução da sua resistência no tempo é muito seme-

QUADRO VIII

Parâmetro *si* e classificação geológica das pozolanas naturais estudadas do Arquipélago dos Açores e das Ilhas de St.º Antão e de Porto Santo

Origem da pozolana			*si*	Classificação
Ilha das Flores	Ribeira Grande	1	245	Traquito
		2	256	Traquito
		3	272	Traquito
		4	311	Traquito quartzífero
		5	246	Traquito
	Entre a Fajãzinha e Caldeira		92	Basalto com olivina (Basanite)
	Fazenda das Lajes		173	Monzonito-sienito (Andesito)
Ilha do Faial	Lomba do Pilar		130	Basalto
Arq. de Cabo Verde	Ilha de St.º Antão		214	Orto-traquito a traquito sub-saturado
Ilha de Porto Santo	Pedras Pretas		118	Basalto
	Vigia		123	

QUADRO IX

Composição química duma pozolana italiana

Perda de peso, %		SiO_2	O_3Al_2	O_3Fe_2	OCa	OMg	SO_3	$OK_2 + ONa_2$
Entre 100 e 500º C	Entre 500 e 1000º C	%	%	%	%	%	%	%
8,53	2,25	52,0	19,2	5,3	5,4	1,16	—	5,61

QUADRO X

Ensaio tecnológico de recepção duma pozolana italiana

	7 dias	28 dias	6 meses	1 ano	3 anos
Compressão, kg cm^{-2}	9	46	109	106	152
Flexão, kg cm^{-2}	4	16	25	26	29

lhante à das Pedras Pretas, da ilha de Porto Santo (quadro VII). Este resultado está de acordo com o carácter básico destas duas pozolanas (§§ 2 e 31).

Na fig. 23 está indicada a variação da tensão de rotura de pastas desta pozolana com a percentagem de cal. As maiores resistências são obtidas com altas percentagens de pozolana, da ordem de 1 : 8 a 1 : 10 à compressão e de 1 : 7 à flexão.

QUADRO XI

Composição química do trass

Perda de peso entre 100 e 1000° C %	SiO_2 %	O_3Al_2 %	O_3Fe_2 %	OCa %	OMg %	SO_3 %	$OK_2 + ONa_2$ %
6,92	56,50	21,56	5,81	2,56	1,50	0,00	6,98

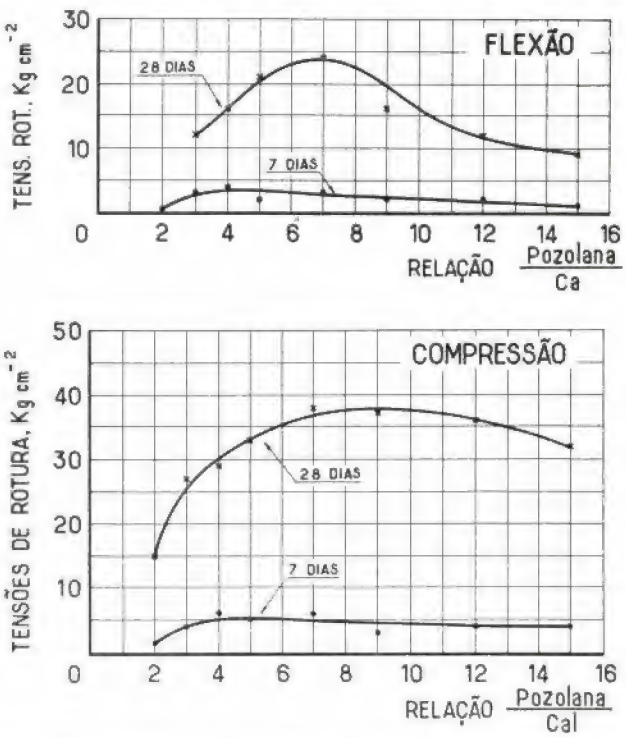


Fig. 23 — Influência da proporção da cal na resistência das pastas de cal e pozolana italiana.

Ensaios realizados sobre prismas com 4 × 4 × 16 cm, conservados dentro de água.

Água de amassadura variável, para manter a consistência normal.

33. Resultados obtidos com uma pozolana de origem alemã, trass. — Acidentalmente, dispuzemos no Laboratório Nacional de Engenharia Civil de uma amostra de trass, importada da Alemanha, duma região desconhecida, com a qual se realizaram alguns ensaios.

A sua composição química está indicada no quadro XI.

Esta amostra, comercial, foi fornecida com a humidade de 2,16 %.

A sua finura era de 4620 $cm^2\ g^{-1}$, deixando um resíduo de 5,8 % no peneiro de 4900 malhas e de 24,7 % no de 44 μ de abertura.

O peso específico era de 2,40 g cm^{-3}.

Ensaiada em pasta de cal com o traço 1 : 3, com uma percentagem de 44 % de água em relação ao peso de cal e pozolana (consistência plástica), forneceu os resultados indicados no quadro XII.

QUADRO XII

Ensaio tecnológico de recepção do trass

	7 dias	28 dias	6 meses	1 ano
Compressão, kg cm^{-2}	15	58	123	128
Flexão, kg cm^{-2} . . .	6	30	25	20

Estes resultados mostram tratar-se duma pozode fraca reactividade inicial, se se comparar com os resultados obtidos com a pozolana de Santo Antão.

No parágrafo 72.1 apresentaremos algumas propriedades conferidas aos betões por esta pozolana.

34. A resistência das pastas e argamassas de cal e pozolana conservadas ao ar livre. — O principal inconveniente da aplicação de argamassas de cal e pozolana reside na notável queda progressiva da sua resistência mecânica quando a conservação se faz ao ar livre. Ao fim de um ano de conservação, mesmo em ambiente não muito violento, como por exemplo dentro de casa, as argamassas e pastas de cal e pozolana desagregam-se fàcilmente à mão, chegando mesmo, muitas vezes, os seus espécimes a não poderem sequer ser ensaiados.

No quadro XIII estão indicadas algumas das tensões de rotura obtidas com pastas e argamassas de cal e pozolana da ilha das Flores e da ilha de Santo Antão, conservadas ao ar livre.

O tratamento prévio da pasta, por meio duma conservação prolongada em água, não melhora pràticamente este comportamento. Com efeito,

na fig. 24 está indicada a variação da tensão de rotura duma argamassa de 1 de areia para 1 de cal e pozolana da ilha de St.º Antão conservada dentro de água e conservada ao ar livre, sempre 12,5 %, 50 % e 37,5 % respectivamente, conservadas dentro de água e ao ar livre, e ainda depois de curas prévias de 7 dias e de 28 dias dentro de água.

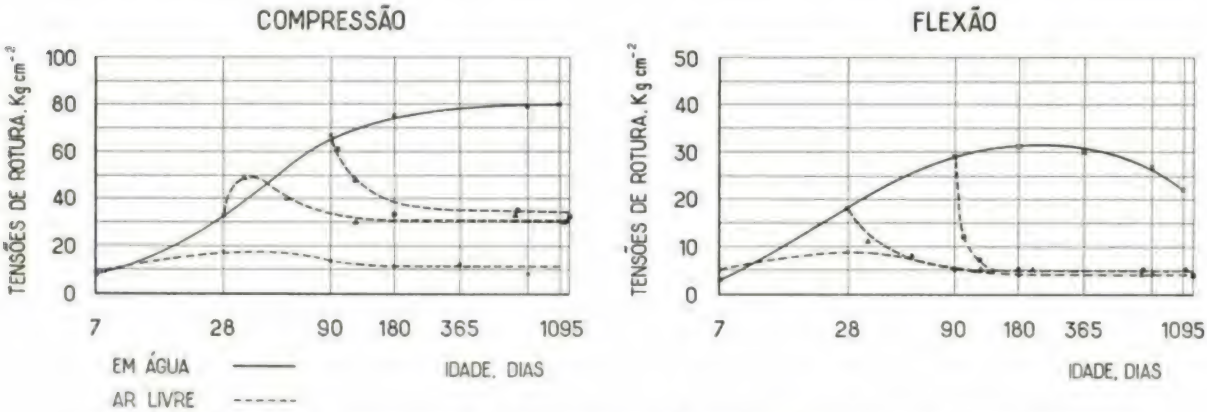


Fig. 24 — Influência da conservação e da cura prévia nas tensões de rotura duma argamassa de 1 de areia para 0,25 de cal e 0,75 de pozolana de St.º Antão, em peso.
Ensaios realizados sobre prismas com 4 × 4 × 16 cm.

e depois de curas prévias de 28 dias e 3 meses dentro de água. Como se vê, as tensões de rotura, mesmo depois da subida que se verifica a 28 dias, tendem todas para tensões bastante baixas.

Um remédio eficaz para evitar esta queda nas resistências, pelo menos nas de compressão, é utilizar cimento. Com efeito, na fig. 25 está indicada a variação das resistências duma argamassa de 2 de areia para 1 de cal, cimento e pozolana da ilha de Santo Antão, na proporção de

Como se vê, as quedas nas tensões de rotura não são agora importantes, parecendo mesmo que a longo prazo a conservação ao ar livre melhora ainda um pouco a resistência de compressão da argamassa. À flexão, contudo, os resultados são piores, embora as quedas de tensão dos espécimes conservados ao ar livre não sejam importantes.

Estas proporções da composição do ligante são aqui dadas a título indicativo, pois, em cada caso concreto duma pozolana, dum cimento e

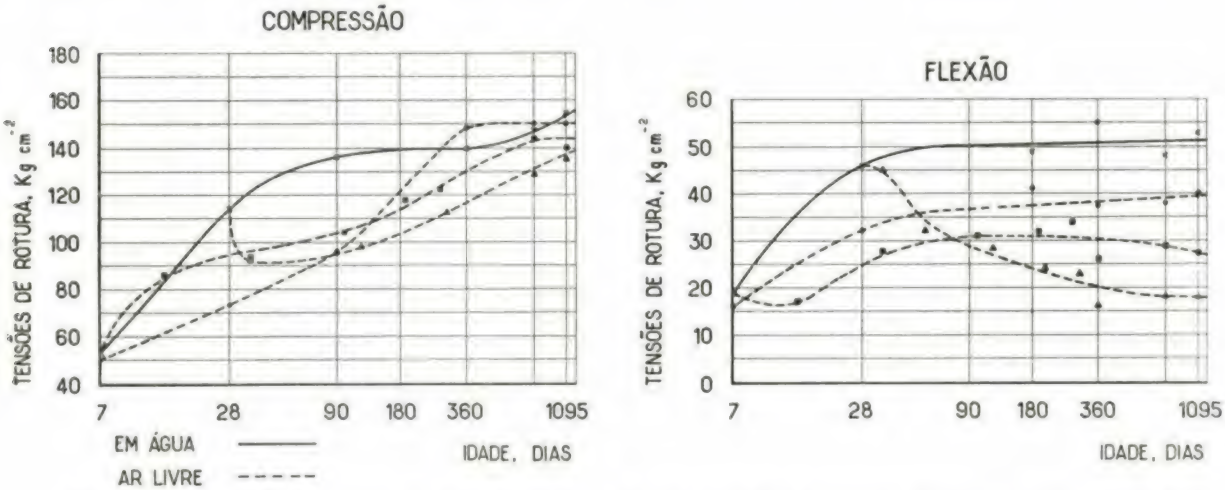


Fig. 25 — Influência da conservação e da cura prévia nas tensões de rotura duma argamassa de cal, pozolana de St.º Antão e cimento portland normal.
Traço da argamassa: 1 parte de ligante para 2 de areia, em peso.
Composição do ligante: 50 % de cimento, 12,5 % de cal e 37,5 % de pozolana de St.º Antão.
Ensaios realizados sobre prismas com 4 × 4 × 16 cm.

QUADRO XIII

Tensões de rotura de pastas e argamassas de cal e pozolana conservadas ao ar livre

Origem das pozolanas			Flexão					Compressão					Natureza
			28 dias	6 meses	1 ano	2 anos	5 anos	28 dias	6 meses	1 ano	2 anos	5 anos	
Ilha das Flores	Ribeira Grande	n.º 1	2	1	1	0,3	–	10	5	3	2	1	(b)
		n.º 5	11	5	4	–	3	22	13	6	12	6	(a)
			3	1	0,6	–	–	6	3	1	–	–	(b)
	Fazenda das Lajes		8	4	2	2	2	42	11	4	14	11	(a)
			13	2	2	–	0,7	40	9	7	–	6	(b)
Arquip. de Cabo Verde	Ilha de S.to Antão		9	4	4	4	–	17	11	12	8	–	(c)

(a) Pasta normal de 1 de cal para 3 de pozolana.
(b) Argamassa de 1,5 de areia, 0,2 de cal e 1,6 de pozolana.
(c) Argamassa de 1 de areia, 0,25 de cal e 0,75 de pozolana.

duma cal será necessário procurar a melhor proporção entre os três ligantes, cal, cimento e pozolana.

35. A contracção das pastas de cal e pozolana. — Não são bem conhecidas as causas que provocam esta queda nas tensões de rotura das pastas de cal e pozolana, e, como veremos mais adiante, nos cimentos pozolânicos e nas misturas de cimento e pozolana quando conservadas ao ar livre, (§ 76), em pequenos espécimes onde o efeito de secagem se manifesta com intensidade. Por um lado, a lentidão da reacção pozolânica provoca uma certa facilidade para a saída da água, facilidade maior do que no caso do cimento portland, o que se traduz num aumento do coeficiente de permeabilidade higrométrica. Por outro lado, uma contracção particularmente grande provoca tensões iniciais muito importantes, as quais originam roturas locais que destroem os produtos formados e diminuem a resistência do conjunto. A falta prematura de água impede que as reacções se completem, e, provàvelmente, a saída da água do composto formado (silicato ou aluminato) provoca uma alteração da sua estrutura que lhe destroi as propriedades aglomerantes.

Nos elementos que se apresentam a seguir vamos ver que, de facto, tanto o coeficiente de permeabilidade higrométrica como a contracção das pastas de cal e pozolana são muito maiores do que no cimento portland normal.

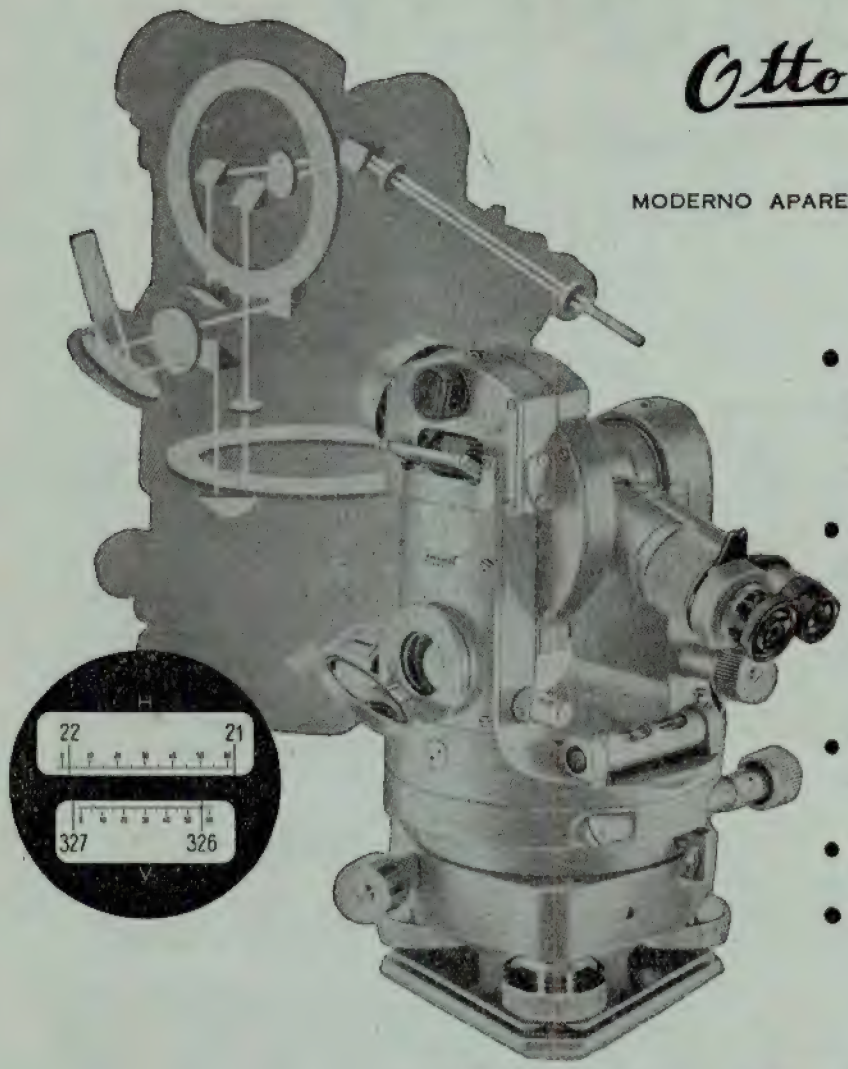
As medições da contracção que se vão apresentar foram realizadas sobre prismas com $5 \times 5 \times 25$ cm, que após 2 a 3 dias de conservação nos moldes, numa atmosfera saturada de humidade, foram colocados em estufas com 55 %, 75 % e 99 % de humidade relativa. Uma série foi ainda conservada sem trocas de humidade.

As contracções destes prismas, quer de pasta, quer de argamassa, são muito difíceis de medir, pois as resistências dos espécimes conservados em baixos estados higrométricos são muito pequenas, e é necessário usar cuidados muito grandes para evitar que os prismas se quebrem durante as manipulações.

Na fig. 26 estão representadas as contracções, ao fim de 3 meses e de 1 ano, de pastas normais de 1 de cal para 3 de pozolana, conservadas nos estados higrométricos referidos. As pozolanas são as da ilha das Flores, da Ribeira Grande n.os 4 e 5, da Fazenda das Lages e ainda duma pozolana artificial n.º 1 cozida industrialmente.

Para comparação, nesta figura está marcada a zona em que cai a contracção de prismas idênticos, de pasta de cimentos portland, ao fim de 3 meses e de 1 ano. Como se vê, a contracção da pasta de cal e pozolana chega a ser

TEODOLITO TAQUEOMÉTRICO FTI



Otto-Fennel

MODERNO APARELHO DISPONDO DE:

- Observação simultânea dos dois limbos pelo microscópio colocado ao lado da ocular da objectiva
- Leitura por sistema directo de 1c e décimos por estimativa
- Leitura do nível vertical por coincidência
- Prumo óptico
- Grande luminosidade

Características ópticas e mecânicas

Telescópio analáctico com lente de focagem interna, retículo medidor de distância, telescópio reversível com o extremo da objectiva.

Constante de adição	zero
Constante de multiplicação	100
Comprimento do telescópio	190 mm
Abertura da objectiva	36 mm
Ampliação	28 x
Distância mínima de mira	1 m
Nível redondo	6' a 8'
Nível de reversão	30"
Nível de horizontalidade paralelo ao eixo de inclinação	40"

Nível junto ao círculo vertical legível por ajustamento da coincidência 40". Passo circunferencial sobre círculos de vidro 360° ou 400g, de 1° ou de 1g.

Diâmetro do círculo horizontal 90 mm, do círculo vertical 70 mm

Leitura directa horizontal	1'	1c
Leitura por avaliação	1'	1c
Leitura directa vertical	0,1' = 6"	0,2c = 20cc
Leitura por avaliação	0,2' = 12"	0,25c = 25cc

Pesos: Instrumento 4,7 kg, Tripé com pés extensíveis 6,0 kg, Caixa metálica 4,0 kg

REPRESENTANTES

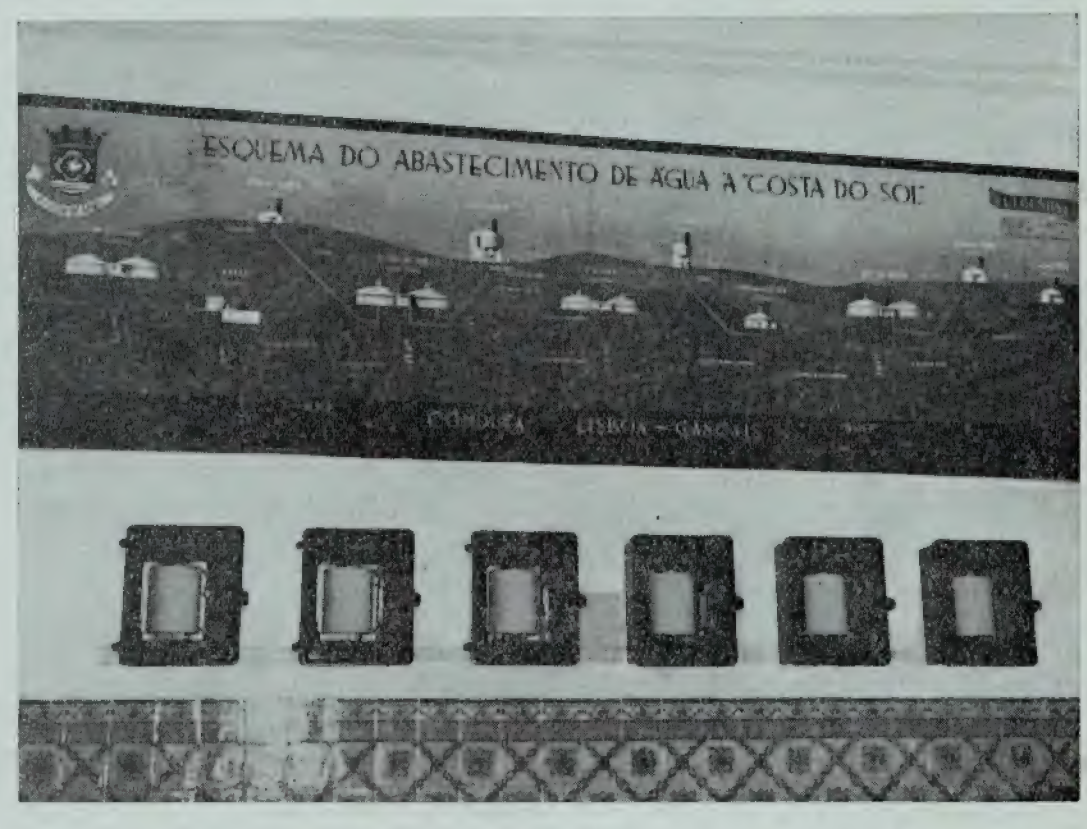
PAPELARIA FERNANDES — S. A. R. L.

L. DO RATO, 13 — TELEF. 68 21 31/37 — R. DO OURO, 145 — TELEF. 28361/36 85 41

LISBOA

FR. RITTMEYER S. A.

Fabricantes de equipamento de controle para serviços de distribuição de água, barragens, etc.



Grupo de teleregistadores instalados na Central da Câmara Municipal de Oeiras. Esta instalação compreende emissores da medida do nível de água, dos 15 reservatórios equipados, por meio de impulsos de corrente contínua lançados através de pares telefónicos.

REPRESENTANTES:

FACTO, LDA.

R. DA MADALENA, 46-2.º — LISBOA

mais de 3 vezes superior à das pastas de cimento.

A curva de variação da contracção com a humidade relativa apresenta a forma clássica que se obtém também para o cimento.

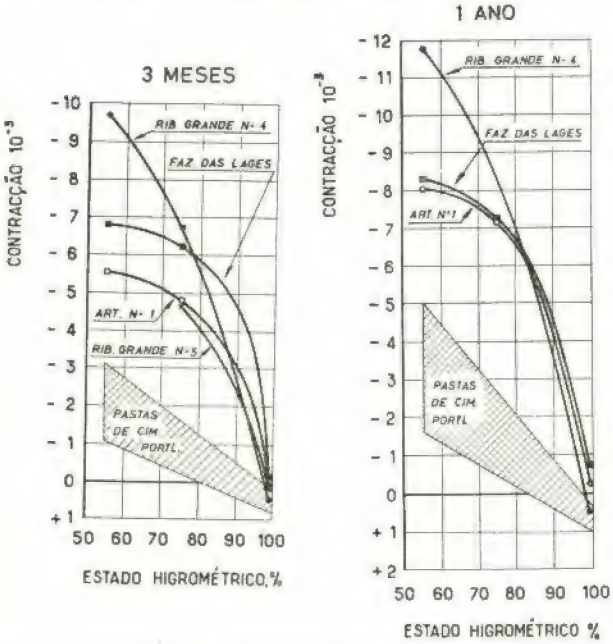


Fig. 26 — Variação da contracção de pastas de 1 de cal para 3 de pozolana, em peso, em diferentes estados higrométricos, ao fim de 3 meses e ao fim de 1 ano.

Ensaios realizados sobre prismas com 5×5×25 cm.

O sinal + indica aumento de dimensões; o sinal — indica diminuição de dimensões.

As pastas das pozolanas da Fazenda das Lajes e artificial sofrem, mesmo em 99 % de humidade, uma contracção, isto é, uma diminuição de comprimento; nesta atmosfera as pastas, argamassas e betões de cimento portland sofrem sempre uma expansão.

Parece haver uma certa relação entre a contracção das pastas de cal e pozolana conservadas sem trocas de humidade e a expansão ou contracção da mesma pasta conservada em 99 % de humidade. A fig. 27 mostra este facto. No caso da pasta de cimento não se encontra uma relação tão bem definida, mas, dum modo geral, quanto maior é a contracção dos espécimes conservados sem trocas de humidade, menor é a expansão em 99 % de humidade, e maior é a contracção nos outros estados higrométricos.

36. A perda de água das pastas de cal e pozolana. O coeficiente de permeabilidade higrométrica. — A observação da perda de peso dos prismas destinados à medição da contracção, durante o período de ensaio, permite determinar o coeficiente de permeabilidade higrométrica e a quantidade de água retida pela pasta de cal e pozolana.

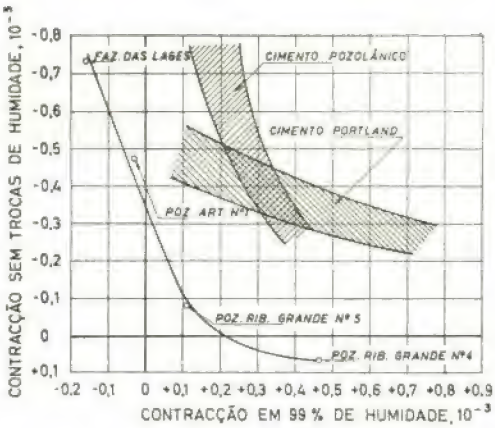


Fig. 27 — Relação entre a contracção de pastas de 1 de cal para 3 de pozolana, em peso, conservadas sem trocas de humidade e conservadas em 99 % de humidade relativa (câmara de nevoeiro) com 3 meses de idade. Ensaios realizados sobre prismas com 5 × 5 × 25 cm.

Na figura estão indicadas as zonas em que caiem as contracções de pastas de cimentos portland e pozolânico, também com 3 meses de idade.

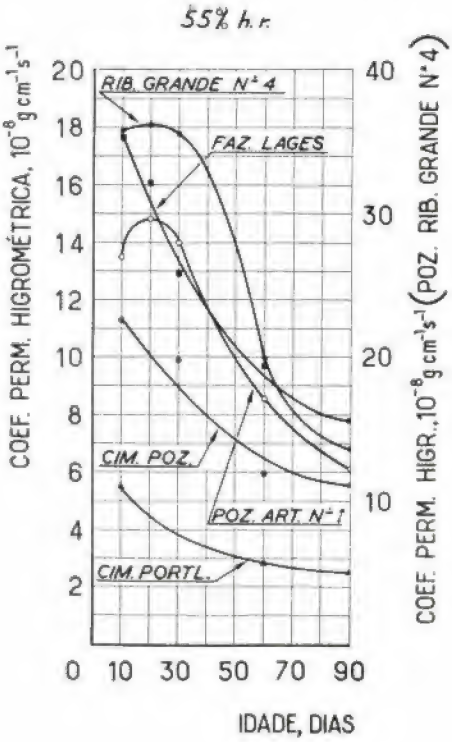
O sinal + indica aumento de dimensões; o sinal — indica diminuição de dimensões.

Na fig. 28 estão indicados os valores do coeficiente de permeabilidade higrométrica das pastas de cal e das diferentes pozolanas, em função da idade e do estado higrométrico.

Para o cálculo deste coeficiente supôz-se que a água evaporável era função do estado higrométrico de conservação, tendo sido tomada para água evaporável a água perdida pelos espécimes ao fim de 1 ano e meio.

Para comparação, nas mesmas figuras estão indicados os valores do coeficiente de permeabilidade higrométrica de pastas de cimentos portland e pozolânico, fabricado com uma pozolana artificial.

Como se vê, o coeficiente de permeabilidade higrométrica, é, em geral maior na pasta de cal e pozolana do que no cimento portland ou pozolânico; a diferença é mais acusada nas baixas higrometrias do que nas altas. A 90 dias o coeficiente de permeabilidade higrométrica das pastas de cal e pozolana é de 2 a 10 vezes superior ao das pastas de cimento, conforme a natureza da pozolana. Além disso o coeficiente aumenta quase sempre nos primeiros dias, e só depois diminui com a idade.



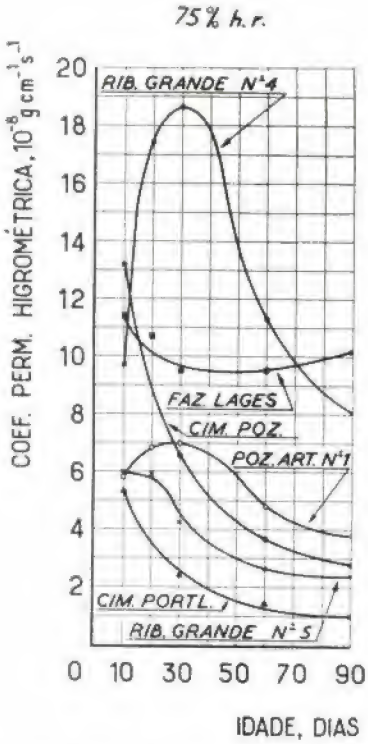


Fig. 28 — Variação do coeficiente de permeabilidade higrométrica, com a idade, de pastas de 1 de cal para 3 de pozolana, em peso, de pastas de cimento portland e de pastas de cimento pozolânico (30 % de pozolana artificial n.º 1 com 70 % de clinquer de cimento portland A).

Resultados muito interessantes são os obtidos sobre a quantidade de água retida. Assim, no quadro XIV estão indicadas as quantidades de água retidas ao fim de 1 ano e meio nas diferentes pastas de cal e pozolana, calculadas quer em relação ao peso inicial da mistura de cal e pozolana, seca, antes da amassadura, quer em relação à quantidade da água de amassadura.

Na parte final do quadro figuram os mesmos elementos referentes a pastas de cimento portland e de cimento pozolânico com 30 % de pozolana artificial n.º 1.

Como se vê, no estado higrométrico de 55 % de humidade relativa, ao fim de 1 ano e meio, a quantidade de água existente nas pastas de 1 de cal para 3 de pozolana chega a ser apenas de 2 % do peso da cal e pozolana, quando a água de amassadura é de 62 %, e no estado higrométrico de 75 % de humidade é de 10 a 20 %. Isto significa que 97 % da água de amassadura pode chegar a ser perdida em 55 % de humidade relativa e 60 a 80 % em 75 % de humidade relativa.

A pasta de cimento portland perde 30 a 55 % da água de amassadura nos baixos estados higrométricos (55 % de humidade relativa) e 10 a 30 % nos estados intermédios (75 % de humidade relativa).

No caso do cimento pozolânico as perdas são um pouco maiores do que no portland, como não podia deixar de ser, mas não atingem sequer as das pastas de cal e pozolana.

O aumento da dosagem de cal faz aumentar a perda de água, notando-se ainda o facto curioso de, em 99 % de humidade, haver perda de água da pasta de cal e pozolana na proporção de 1 : 5.

Os grandes abaixamentos da resistência das pastas e argamassas de cal e pozolana quando conservadas ao ar livre tornam-se agora bem compreensíveis, e estes resultados levam a pensar que, de facto, a própria água de constituição dos componentes hidratados é perdida por evaporação, o que explica a enorme transformação por que passa a pasta de cal e pozolana conservada ao ar livre.

Um cálculo simplificado da quantidade de água de hidratação que entra em todos os compostos, silicatos e aluminatos, que estão identificados nas pastas de cal e pozolana (e tomando para a água de hidratação dos silicatos hidratados cujo número de moléculas de água não é

QUADRO XIV

Quantidades de água retidas nas pastas de cal e pozolana ao fim de 1 ano e meio em diferentes estados higrométricos

Origem das pozolanas		Percentagem de água de amassadura (em relação ao peso de cal e pozolana) %	Percentagem de água retida ao fim de 1 ano e meio, %					
			Em relação ao peso da mistura de cal e pozolana, seca			Em relação à quantidade de água de amassadura		
			Humidade relativa %			Humidade relativa %		
			55	75	99	55	75	99
Artificial, n.º 1 (pasta de 1:3 de cal e pozolana)		47,2	7.8	18,8	49,0	16,4	39,8	103,5
Ilha das Flores	Ribeira Grande N.º 4	51,5	3,6	13,0	55,5	7,1	25,2	107,8
	Ribeira Grande N.º 5	41,0	—	12,0	44,4	—	29,5	107,8
	Fazenda das Lajes (pasta de 1:3 de cal e pozolana)	62,0	3,7	11,8	63,5	6,0	19,1	102,4
	Fazenda das Lajes (pasta de 1:5 de cal e pozolana	61,8	1,9	4,3	58,0	3,2	6,9	93,6
Cimento portland		33,3	15 a 23	23 a 30	36 a 37	45 a 70	70 a 90	108 a 112
Cimento pozolânico		33,3	13 a 18	22 a 27	36 a 38	40 a 55	65 a 80	109 a 114

conhecido, apenas uma molécula de água) dá 32 % de água combinada com silicatos e aluminatos anidros. Quer dizer, uma quantidade de água de 32 % do peso de cal e pozolana deverá ser a teòricamente necessária para proceder à hidratação dos componentes da reacção da cal com a pozolana. Pràticamente tem-se observado que, de facto, não é possível amassar misturas de cal e pozolana com quantidades de água inferiores a esta. Compreende-se também que uma percentagem de água de 2 % do peso dos materiais sólidos deve corresponder a um desaparecimento quase total dos componentes hidratados, o que faz perder as propriedades aglomerantes da cal e pozolana.

37. A influência da temperatura de conservação na resistência das pastas de cal e pozolana. — A temperatura de conservação das pastas de cal e pozolana tem uma grande importância nas tensões de rotura, activando as reacções à medida que aumenta, de modo que uma pozolana muito lenta no inverno pode ser relativamente rápida no verão. Deste modo, ao realizar os ensaios de recepção duma pozolana, com cal, é necessário ter em atenção este facto, controlando rigorosamente a temperatura.

Na fig. 29 estão indicadas as evoluções das tensões de rotura de pastas normais de 1 de cal para 3 de pozolana conservadas em água a temperaturas de 10 a 24° C. As pozolanas indicadas são as da ilha de S.to Antão e a pozolana italiana, a que já se fez referência nos §§ 29 e 32. Como se vê, a pozolana italiana está mais próxima da da ilha de S.to Antão nas altas temperaturas do que nas baixas.

À compressão, as tensões de rotura sobem de 2 a 3 kg cm^{-2} por cada grau centígrado, e à

flexão, a influência é menos sensível, subindo a tensão de 0,5 a 1 kg cm^{-2} por cada grau centígrado.

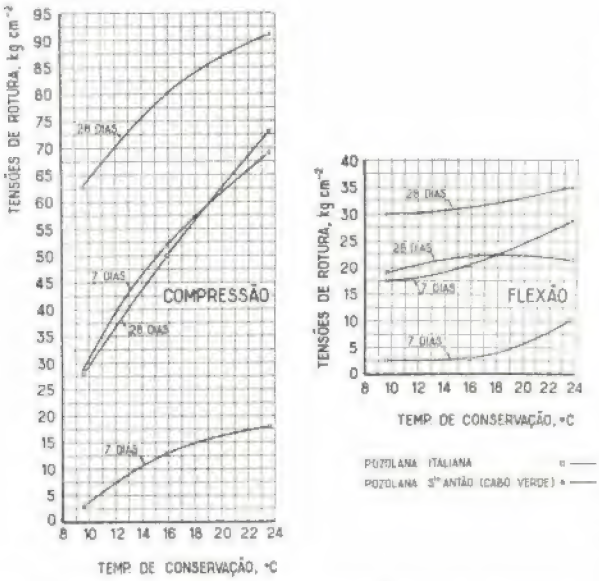


Fig. 29 — Influência da temperatura da água de conservação das pastas de cal e pozolana natural nas suas resistências.

Pastas normais de 1 de cal para 3 de pozolana, em peso.

Prismas com 4 × 4 × 16 cm.

Temperatura de confecção dos prismas, cerca de 15°C.

A conservação após a moldagem foi realizada já às temperaturas de conservação posteriores.

CAPÍTULO 6

AS RESISTÊNCIAS DAS POZOLANAS ARTIFICIAIS EM PASTA DE CAL

38. Técnica da obtenção das curvas de desidratação. — Como vimos já no § 7, as pozolanas artificiais obtêm-se pela acção da temperatura sobre as argilas a que se fez referência nesse parágrafo.

No capítulo que se vai seguir vamo-nos referir às pozolanas artificiais estudadas no Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Tais pozolanas foram preparadas quer no laboratório quer na indústria, o que será sempre convenientemente referido.

No caso da preparação das pozolanas no laboratório, pela cozedura das argilas, um elemento cujo conhecimento é altamente importante é a marcha da desidratação destas argilas, que pode fornecer não só indicação sobre o grupo a que estas pertencem, e portanto sobre o seu grau de reactividade, mas também indicação da temperatura óptima a que se devem submeter as argilas.

As técnicas usadas para a determinação das curvas de desidratação são várias [28], mas fundamentalmente podem reduzir-se a dois tipos: ou a amostra é aquecida até uma dada temperatura, à qual é mantida durante o tempo necessário para a obtenção de peso constante, ou então a amostra é aquecida a uma dada velocidade, a qual pode aliás variar entre largos limites, indo de 5° C até 600° C por hora e registando-se a perda de peso a temperaturas sucessivamente mais elevadas. Em qualquer dos métodos as amostras são normalmente pesadas quando estão à temperatura respectiva.

A humidade relativa do ar em contacto com a amostra tem importância sobre os resultados obtidos e a perda de peso de um mineral argiloso é também às vezes afectada pela presença de um outro mineral. A perda de peso registada pode não ser inteiramente devida à perda de água, pois pode provir da perda do anidrido carbónico dos carbonatos e da perda dos constituintes voláteis que podem existir em minerais não argilosos que estejam misturados com a amostra. Se a amostra contém ferro ou manganésio bivalentes, a sua oxidação tende a aumentar o peso, e portanto a reduzir a perda.

Sobre a temperatura que se toma para termo de referência da perda de peso não há unanimidade de critério, pois se podem tomar as temperaturas de 800° C, 300° C, 100° C, etc.

No caso que vamos em seguida descrever não foi seguida nenhuma destas técnicas, pois, em virtude da finalidade do nosso trabalho não ter sido a obtenção das curvas de desidratação, a sua determinação surgiu como um acessório da preparação das pozolanas e do estudo da variação da sua reactividade com a temperatura de cozedura.

No parágrafo seguinte descreveremos a técnica usada.

39. Técnica da cozedura, no laboratório, das argilas referidas neste trabalho. — A cozedura das argilas foi realizada numa pequena mufla eléctrica de forma cúbica (fig. 30) com cerca de 25 cm de aresta; a temperatura é obtida à custa do calor desenvolvido por uma corrente eléctrica que percorre uma resistência

enrolada à volta de 4 faces contíguas do cubo. Os materiais foram dispostos em três tabuleiros, conforme mostra a figura, em camadas cuja espessura média não ultrapassava cerca de 3 cm.

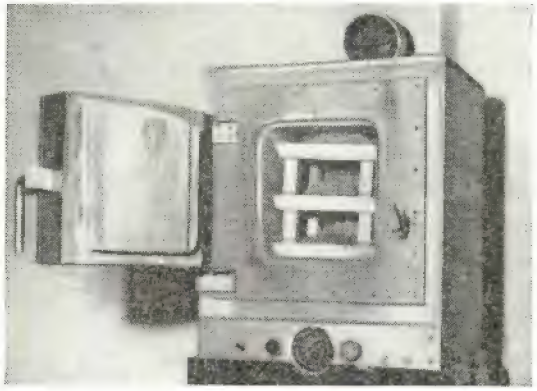


Fig. 30 — Mufla eléctrica de laboratório usada na cozedura das argilas.

A temperatura a que se efectuava uma dada cozedura actuava durante 4 horas, e era atingida com uma velocidade da ordem de 300° C por hora. Durante o tempo em que a temperatura de cozedura actuava, esta mantinha-se constante dentro de uma oscilação de ± 10° C quando muito, em torno do valor médio, em virtude do sistema de manutenção da temperatura não permitir uma constância mais perfeita.

A determinação da perda de peso era realizada por pesagem após o arrefecimento dentro da mufla até à temperatura ordinária, o que se dava umas 16 horas depois de terminada a cozedura.

No cálculo da perda de peso em função da temperatura tomou-se para termo de comparação o peso da amostra seca a 100° C, e tomou-se em consideração o facto da amostra colocada na parte superior não estar à temperatura dada pelo par termoeléctrico, colocado ao nível da amostra média. A observação da perda de peso da amostra média, onde se encontra o par termoeléctrico, permitiu determinar a temperatura das amostras superior e inferior. Assim, fàcilmente se determinou que a amostra superior, muito próxima da parede aquecida da mufla, estava sempre a uma temperatura de 100° C acima da temperatura da amostra média e que a amostra inferior estava à mesma temperatura da média.

É claro que a principal objecção que se pode fazer a esta técnica de determinação das curvas de desidratação, é a quantidade extremamente grande de amostra que se utilizou (cerca de 1,0 a 1,2 kg em cada tabuleiro). Apesar destas restrições os resultados obtidos são muito interessantes e dignos de serem analisados.

As curvas de desidratação são aqui apresentadas apenas a título de primeira aproximação pois não foram obtidas em condições de rigor indiscutível por terem sido determinadas, como foi dito, durante a preparação das pozolanas artificiais.

40. Acção da temperatura sobre as propriedades pozolânicas da diatomite. — Estudámos duas diatomites do comércio, que apresentavam as composições químicas indicadas no quadro XV, referidas ao peso da amostra seca a 105° C.

A elevada percentagem de alumina e de óxido de ferro presentes, sobretudo na n.° 1, indica que não se trata de diatomites muito puras.

No trabalho citado na referência bibliográfica (9) encontram-se as análises químicas de duas diatomites com a seguinte composição:

diatomite n.° 30 —	SiO_2	85,97 %
	O_3Al_2	2,30 %
	O_3Fe_2	1,84 %
diatomite n.° 33 —	SiO_2	62,25 %
	O_3Al_2	14,18 %
	O_3Fe_2	5,96 %.

QUADRO XV

Composição química das diatomites n.os 1 e 2

Diatomite	Perda de peso entre 100 e 1000° C %	SiO_2 %	O_3Al_2 %	O_3Fe_2 %	OCa %	OMg %	SO_3 %
N.° 1	9,55	71,51	13,19	3,99	0,00	0,67	0,81
N.° 2	5,74	87,43	5,04	0,76	vest.	0,91	—

A diatomite n.º 30 analisada mineralògicamente revelou a presença do 95 % de diatomácias e 5 % de argila de tipo ilite; a diatomite n.º 33 continha 90 % de diatomácias e 10 % de ilite.

As perdas de peso destas diatomites entre 100 a 1000º C foram de 3,1 e 5,6 % respectivamente.

As diatomites empregadas neste trabalho não estarão muito longe destas, contendo portanto, provàvelmente, uns 90 % de diatomácias.

A finura da diatomite n.º 1 crua, determinada pelo método de Lea e Nurse com a porosidade de 0,765 era de 36 770 $cm^2\ g^{-1}$.

Nas condições referidas no parágrafo anterior foram determinadas as curvas de desidratação das diatomites, que, referidas a 100º C apresentam o aspecto indicado na fig. 31.

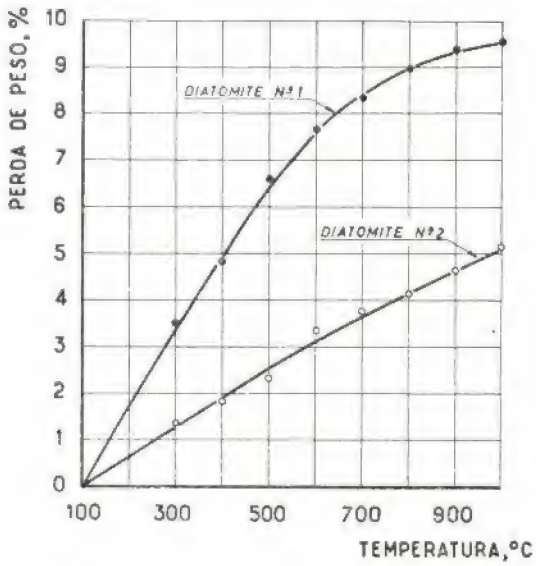


Fig. 31 — Curvas de desidratação das diatomites n.ºs 1 e 2 obtidas durante a cozedura das diatomites a diferentes temperaturas

Os valores indicados na literatura para a perda de água combinada da diatomite são consideràvelmente mais baixos, cerca de metade do obtido para a diatomite n.º 1, mas a indicada para a opala aproxima-se deste. A elevada perda ao rubro por nós obtida para a diatomite n.º 1 pode levar no entanto a crer que esta possa conter mais impurezas do que os 10 % de argila. A sua curva de desidratação é contudo muito regular e não sugere que haja uma grande percentagem de argila capaz de lhe modificar o andamento.

Na fig. 32, e a idades desde 7 dias até 1 ano acham-se indicados os resultados obtidos nos ensaios tecnológicos de reactividade das diatomites cozidas a diferentes temperaturas.

Como se vê, para a diatomite n.º 1, a temperatura a que se obtém o máximo de reactividade é de 700º C para a compressão; para a flexão, a temperatura parece ser um pouco superior a 700º C, talvez cerca de 800º C. No caso da diatomite n.º 2 o máximo de reactividade é obtido a 800º C.

As tensões de rotura que se obtêm, embora não tão elevadas como no caso do caulino, como veremos a seguir, são das mais elevadas que se obtêm com pozolanas.

À temperatura de 800º C foi preparada uma porção de diatomite n.º 2 com a qual se realizaram ensaios com diferentes proporções de cal, desde 1 : 1 até 1 : 15. Os resultados dos ensaios, indicados na fig. 33, mostram que o máximo de resistência se obtém para uma proporção de 1 de cal para 3 de diatomite. A 7 dias, a proporção que conduz ao máximo de resistência é diferente.

41. Acção da temperatura sobre as propriedades pozolânicas do caulino. — O caulino utilizado neste estudo foi também obtido no comércio. A sua composição química está indicada no quadro XVI, referida ao peso da amostra seca a 105º C.

QUADRO XVI

Composição química do caulino

Perda de peso entre 100 e 1000º C %	SiO_2 %	O_3Al_2 %	O_3Fe_2 %	OCa %	OMg %	SO_3 %	OK_2 %	ONa_2 %
10,60	49,54	35,82	0,76	0,00	0,29	vest.	2,66	0,39

A presença do sódio, do potássio e do magnésio na amostra estudada indica que estaria presente ainda algum feldspato, o que é confirmado pelo facto da perda ao rubro ter sido menos elevada do que a teòricamente possível (§ 7.1).

SiO_2 e 3,36 % de O_3Al_2 à composição química do caulino indicada no quadro XVI, obtendo-se

SiO_2 : 37,6 %
O_3Al_2 : 32,5 %
OH_2 (perda ao rubro) : 10,6 %,

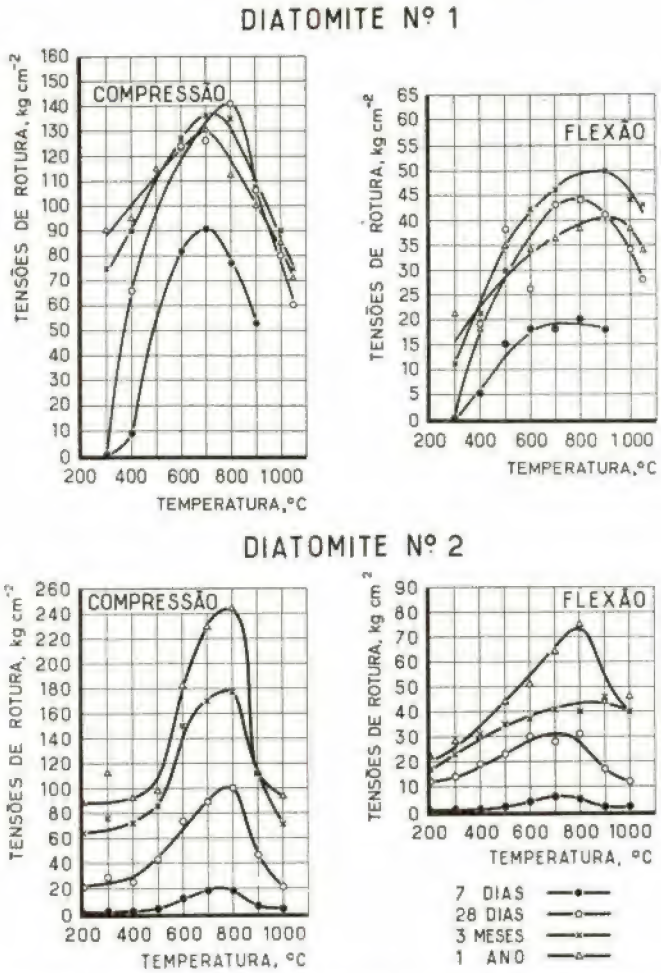


Fig. 32 — Influência da temperatura de cozedura na reactividade das diatomites.
Ensaios de pastas normais de 1 de cal para 3 de diatomite, em peso.
Conservação em água. Prismas com 4 × 4 × 16 cm.

Supondo que o feldspato existente é potássico, de fórmula química (68)

$$K\,Al\,Si_3\,O_8,$$

a que corresponde a composição centesimal

$Si\,O_2$: 65 %
$O_3\,Al_2$: 18,5 %
$O\,K_2$: 16,5 %,

e que no caulino analisado há 3 % de OK_2 (soma de OK_2 com ONa_2) sob a forma de feldspato potássico, então há que subtrair 11,9 % de o que em composição centesimal dá

SiO_2 : 46,5 %
O_3Al_2 : 40,2 %
OH_2 : 13,1 %.

Esta composição é já muito próxima da da caulinite pura (§ 41) e então pode concluir-se que a amostra ensaiada teria provàvelmente cerca de 80 % de caulinite pura.

A finura da amostra determinada pelo método de Lea e Nurse com a porosidade de 0,65 era de 8305 $cm^2\,g^{-1}$.

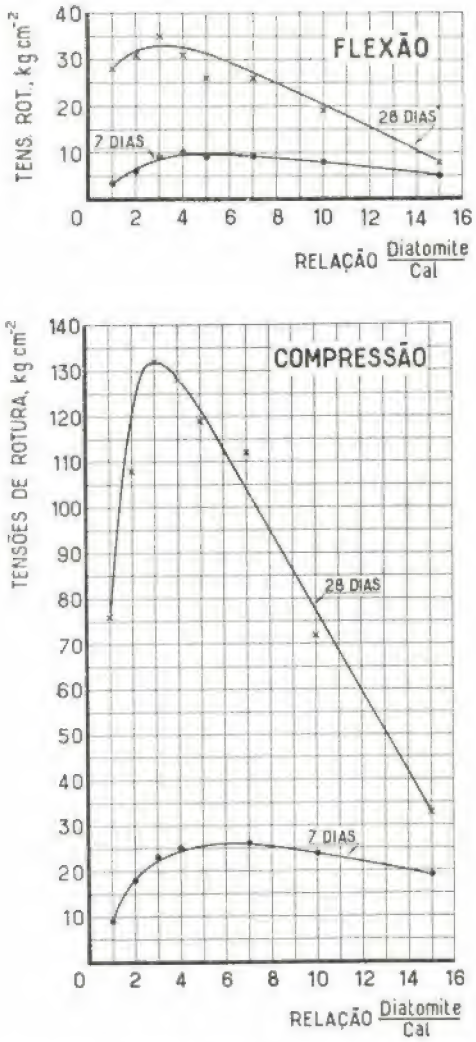


Fig 33 — Influência da proporção de cal na resistência das pastas de cal e diatomite n.º 2 cozida a 800°C.

Ensaios realizados sobre prismas com 4 × 4 × 16 cm conservados dentro de água.

Água de amassadura variável, para manter a consistência normal.

A curva de desidratação obtida na preparação das amostras cozidas a diferentes temperaturas está representada na fig. 34 que se deve comparar com a da fig. 1, referente à caulinite pura [9] [28]. Como se vê, o paralelismo entre as duas curvas é notável, sendo o valor inferior por nós encontrado para a perda a 1000° C devido ao facto de se não ter trabalhado com a caulinite pura, mas sim com um caulino que deverá conter cerca de 20 % de impurezas.

Os resultados dos ensaios tecnológicos de recepção do caulino cozido a diferentes temperaturas estão indicados na fig. 35, desde 7 dias a 1 ano. Observa-se, em primeiro lugar, um

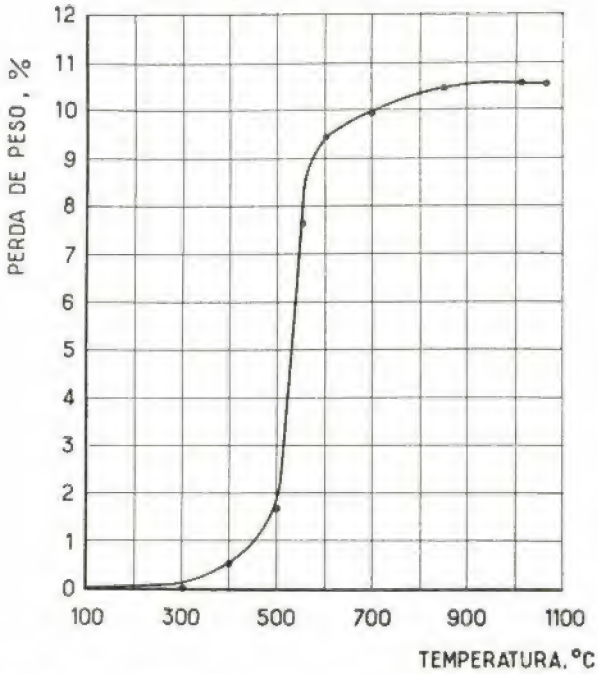


Fig. 34 — Curva de desidratação do caulino obtida durante a cozedura do caulino a diferentes temperaturas.

crescimento extraordinário da resistência dos 7 para os 28 dias, tal como acontece também para as diatomites (fig. 32). As tensões obtidas aos 28 dias são muito elevadas, revelando propriedades pozolânicas muito acusadas, sobretudo nas amostras tratadas entre 650 e 850° C.

A reactividade pozolânica começa pràticamente após 500° C, quando se começa a dar a alteração na rede cristalina do caulino.

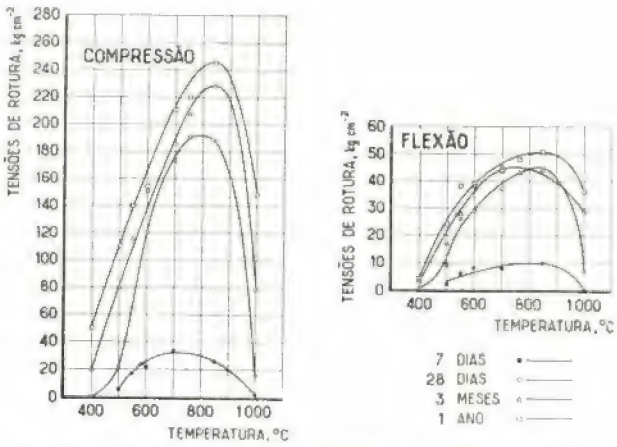


Fig. 35 — Influência da temperatura de cozedura na reactividade do caulino.

Ensaios de pastas normais de 1 de cal para 3 de caulino, em peso.

Conservação em água. Prismas com 4 × 4 × 16 cm

F — 576

Agora sou uma professora feliz!

Já várias gerações de alunos passaram pela minha escola, e os tampos das carteiras revestidos com a genuina FORMICA mantêm-se rigorosamente impecáveis como no primeiro dia.

É sempre melhor comprar o melhor!

FORMICA REG.
MATERIAL DE REVESTIMENTO

COMO OBTER FORMICA.

Consulte o seu Arquitecto ou Decorador, ou peça o folheto ao:

CENTRO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA S.A R.L. Rua D. João V, 2 - LISBOA - Telf. 68 00 07

SOMANOR — Sociedade de Materiais Eléctricos do Norte, Lda. — Praça Carlos Alberto, 128-A — PORTO

ARMAZÉNS DO ARNADO L.DA — Largo do Arnado, 5 e 7 — COIMBRA

Verifique o nome de FORMICA em cada chapa

Evidentemente, pode solucionar os seus problemas de rolamentos fazendo tentativas sucessivas e êrros. Mas, os êrros custam tempo e dinheiro e, no seu caso, não são necessários.
Nós também, já há muito tempo, fizemos os êrros que V. Sa. agora faz e, com a solução dos mesmos, adquirimos experiência.
Esta experiência de meio século está gratuitamente à disposição de V. Sa.
Siga o caminho direito, consulte a SKF que conhece melhor os rolamentos e seus problemas.

prefere fazer os seus próprios êrros?

S O C I E D A D E SKF L I M I T A D A

LISBOA
Pr. da Alegria, 66-A, Tel. 32301

Telegr. Eskaef

PORTO
Av. dos Aliados, 152, Tel. 29776

É o produto obtido entre 500 e 900° C (metacaulino) que tem propriedades pozolânicas. A temperaturas superiores a 900° C, quando se começa a formar a mulite, já o produto não tem propriedades pozolânicas tão acusadas, as quais desaparecem completamente para as temperaturas mais elevadas.

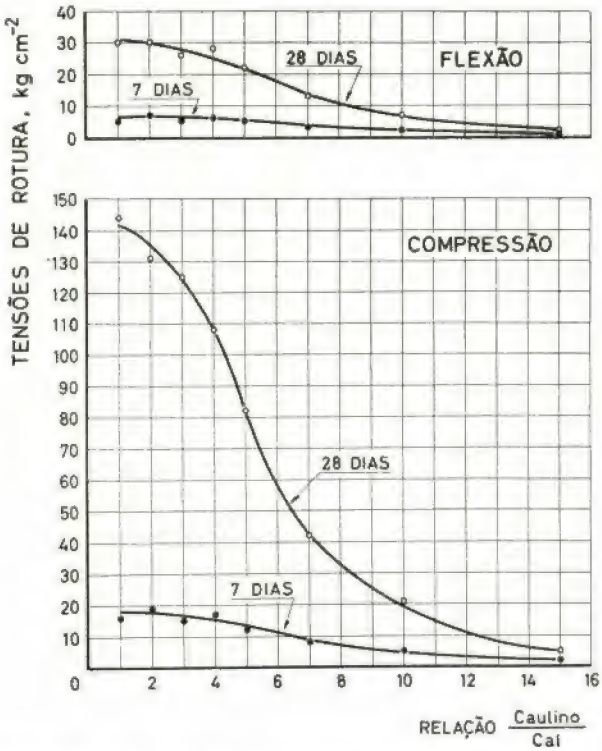


Fig. 36 — Influência da proporção de cal nas resistências das pastas de cal e caulino.

Ensaios realizados sobre prismas com 4 × 4 × 16 cm conservados dentro de água.

Água de amassadura variável para manter a consistência normal.

Esta fig. 35 mostra que a temperatura a que corresponde o máximo de reactividade pozolânica é ligeiramente variável com o tempo: a 7 dias é de 700° C, a 28 dias é de 800° C e a 3 meses e 1 ano é de 850° C, quando medido em compressão. À flexão este máximo de reactividade parece situar-se em 850° C para qualquer idade, se se exceptuar o resultado obtido a 3 meses.

À temperatura de 800° C foi preparada uma porção de caulino com a qual se realizaram ensaios com diferentes proporções de cal, desde 1:1 até 1:15. Os resultados dos ensaios indicados na fig. 36 mostram que o máximo de resistência se obtém para a proporção de 1 de cal para 1 de caulino, quer a 7 dias quer a 28 dias, e quer à compressão quer à flexão.

42. Acção da temperatura sobre outras argilas. — Normalmente, nas aplicações não se usa nem diatomite nem caulino como pozolanas, pois a sua utilização com esta finalidade é pouco económica. O que se usa são argilas dos grupos da ilite e montmorillonite (§ 7.2 e § 7.3).

Na fig. 37 estão indicadas as curvas de desidratação, obtidas no laboratório pelo método descrito no § 39, dalgumas argilas usadas como matéria-prima para a fabricação de pozolanas artificiais.

As argilas n.os 1 e 2 fazem pensar num tipo onde predominam os minerais do grupo da montmorillonite, em virtude das altas perdas de peso, enquanto as argilas n.os 4 e 5 fazem pensar num predomínio de minerais do grupo das ilites.

As composições químicas das argilas n.os 1 e 2, depois de cozidas industrialmente, estão indicadas no quadro XVII.

Na fig. 38 estão indicados os resultados dos ensaios tecnológicos de reactividade desde 7 dias até 3 anos destas diferentes argilas cozidas, no laboratório, a diferentes temperaturas. Estes

QUADRO XVII

Composição química dalgumas pozolanas artificiais

Pozolana artificial	Perda de peso entre 100 e 1000° C	SiO_2 %	O_3Al_2 %	O_3Fe_2 %	O Ca %	O Mg %	SO_3 %	$OK_2 + ONa_2$ %
N.° 1	6,62	50,51	21,28	7,40	7,64	3,00	0,36	3,63
N.° 2	0,48	66,38	20,28	7,86	3,24	0,60	0,52	0,74
N.° 3	3,50	66,61	14,41	6,52	4,20	1,46	0,33	2,47
Santa Cruz	6,80	61,32	9,53	3,02	15,91	0,92	0,86	1,63

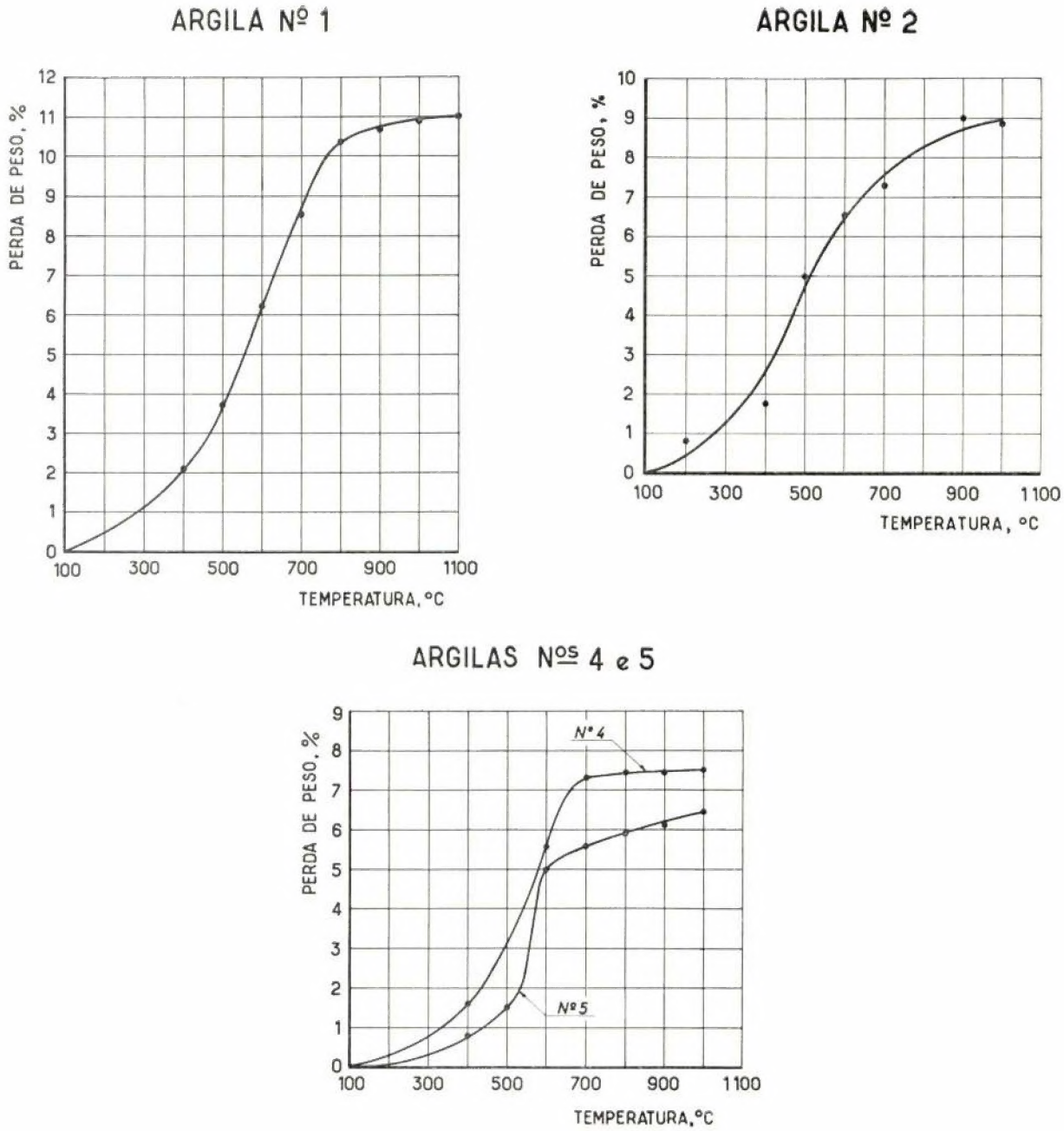


Fig. 37 — Curvas de desidratação dalgumas argilas usadas como matéria-prima para a fabricação de pozolanas artificiais, obtidas durante as suas cozeduras a diferentes temperaturas. As argilas n.os 1 e 2 são usadas industrialmente na fabricação de pozolana.

resultados são extremamente interessantes; com efeito, por eles se vê que:

a) Quanto mais baixa é a perda de peso da argila, menor é a sua reactividade. Isto compreende-se pois que uma baixa perda de peso significa que saíu uma menor quantidade de iões OH^- havendo portanto na rede cristalina um número menor de ligações por saturar e portanto um menor número de ligações para fixar ou reagir com os iões Ca^{++} da cal. A excepção que se verifica com a argila n.º 1 resulta provàvelmente desta argila ter uma percentagem elevada de minerais do grupo da montmorillonite, os quais perdem água zeolítica até 300 ou 400º C.

QUADRO XVIII

Tensões de rotura obtidas no ensaio tecnológico de recepção das pozolanas artificiais cozidas industrialmente

Pozolanas	Flexão, kg cm^{-2}						Compressão, kg cm^{-2}					
	7 dias	28 dias	3 meses	6 meses	1 ano	3 anos	7 dias	28 dias	3 meses	6 meses	1 ano	3 anos
Pozolana n.º 1	14	29	26	25	27	23	27	68	78	103	100	95
Pozolana n.º 2	4	20	21	23	25	30	9	32	61	100	121	111
Pozolana n.º 3	8	25	34	48	34	36	25	83	172	189	147	159
Pozolana de Santa Cruz	8	32	47	42	43	33	23	71	107	119	110	88

Como já foi acentuado, a saída desta água não contribui para a reactividade pozolânica.

b) O máximo de reactividade dá-se em geral de 100 a 200º C acima do segundo ponto em que a curva de desidratação muda de curvatura. Isto confirma a hipótese de que é depois de todos os iões OH^- terem sido expulsos que se atinge o máximo de reactividade. Acima desta temperatura a queda na reactividade até 3 meses é em geral mais acusada do que abaixo dela, como o mostra a forma da curva, o que é devido ao novo arranjo atómico que passa então a predominar, desfazendo as ligações primitivas dos iões OH^-. Após 3 meses, isto é, em idades de um ano e superiores, as tensões de rotura das pastas de cal e argila cozida a temperaturas superiores a estas sobem inexplicàvelmente, começando a tornar confusa a explicação do fenómeno da variação da reactividade pozolânica com a temperatura (§ 7).

No parágrafo seguinte vamos apresentar os resultados obtidos com algumas destas matérias-primas cozidas industrialmente, em forno rotativo destinado à fabricação do cimento.

43. Resistências dalgumas pozolanas cozidas industrialmente. — No quadro XVII estão indicadas as composições químicas das pozolanas que entre nós são fabricadas. Na última linha figura a composição duma pozolana fabricada pela casa americana Santa Cruz Portland Cement, da Califórnia. As pozolanas n.ºs 1 e 2 derivam das matérias-primas que já foram estudadas no parágrafo anterior.

No quadro XVIII estão indicadas as tensões de rotura obtidas no ensaio tecnológico de recepção, até 3 anos de idade.

Como se vê, comparando estes resultados com os indicados na fig. 37, verifica-se que nas cozeduras de laboratório as tensões de rotura que se obtêm são mais elevadas.

As pozolanas n.ºs 1, 2 e de Santa Cruz foram moídas no laboratório num moínho de bolas até à finura de 8200 cm^2 g^{-1} determinada pelo método de Blaine. A pozolana n.º 3 foi moída industrialmente apresentando a finura de 12 100 cm^2 g^{-1} determinada pelo mesmo método.

44. A resistência de pastas de cal e pozolana artificial conservadas ao ar livre. — As pastas de cal e pozolana n.ºs 1 e 3 foram tam-

QUADRO XIX

Resistências de pastas normais de cal e pozolana (1 : 3) conservadas ao ar livre do laboratório

Pozolanas	Flexão, kg cm^{-2}					Compressão, kg cm^{-2}				
	7 dias	28 dias	3 meses	1 ano	6 anos	7 dias	28 dias	3 meses	1 ano	6 anos
N.º 1	7	14	7	10	6	16	44	42	28	23
N.º 3	8	6	6	2	—	32	53	88	33	20

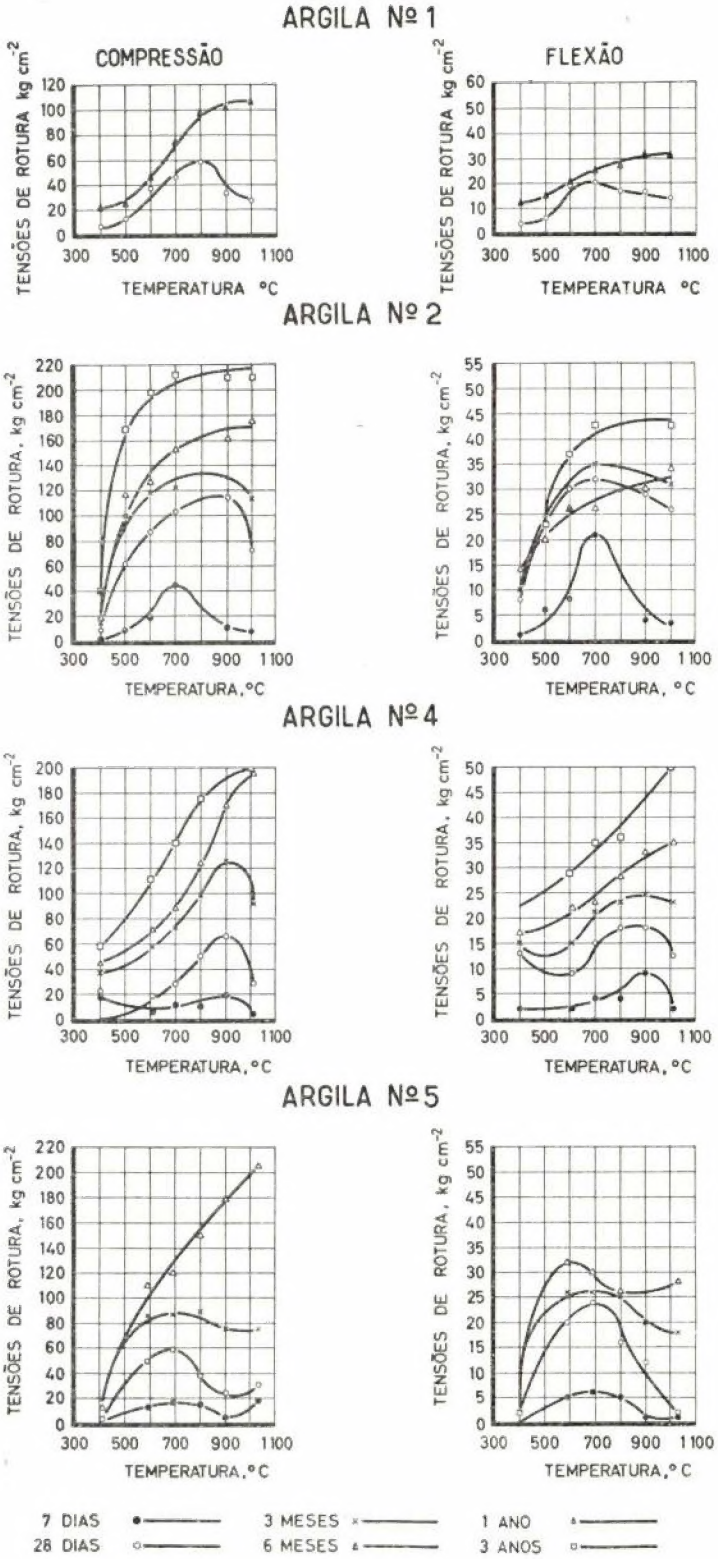


Fig. 38 – Influência da temperatura de cozedura na reactividade das argilas n.os 1, 2, 4 e 5.

Ensaios de pastas normais de 1 de cal para 3 de pozolana, em peso.

Conservação em água.

Prismas com 4×4×16 cm.

bém conservadas ao ar livre: tal como para as pozolanas naturais, a queda das resistências é muito importante, mas o nível a que ficam estas tensões é contudo ligeiramente superior ao das resistências das pozolanas naturais. No quadro XIX estão indicados os resultados obtidos até 6 anos de conservação no ambiente do laboratório (estado higrométrico médio da ordem de 75 % com flutuações de ± 10 a ± 15 %).

Como vimos no § 36 não só o coeficiente de permeabilidade higrométrica da pasta de pozolana artificial n.º 1 era inferior ao das pozolanas naturais, mas também o poder de retenção de água desta pozolana artificial era maior do que o das pozolanas naturais. Isto explica as melhores resistências obtidas nas pastas de cal e pozolanas artificiais conservadas ao ar livre. Mas estes resultados não são ainda satisfatórios.

45. Influência da dosagem de cal nas resistências das pastas de cal e pozolana artificial. — Tal como as pozolanas naturais, também as pozolanas artificiais são muito sensíveis à quantidade de cal com que são amassadas.

A fig. 39 mostra os resultados obtidos nos ensaios de resistência de pastas destas pozolanas amassadas com diferentes quantidades de cal.

A pozolana n.º 2 é a menos afectada pela proporção de cal, e a que mostra uma maior sensibilidade é a n.º 3. Também se verifica que o máximo de resistência se não obtém para as mesmas dosagens à compressão e à flexão. A 7 dias também não há ainda uma definição do máximo, em geral, tal como acontecia também para as pozolanas naturais.

As dosagens de cal que conduzem ao máximo de resistência são, à compressão e a 28 dias, de 1:9 para a pozolana n.º 1, 1:8 para a pozolana n.º 2, e 1:11 para a pozolana n.º 3.

Curioso é o comportamento da pozolana americana de Santa Cruz, que até proporções de 1:15 não mostra ainda uma queda de resistência. A própria pozolana moída e amassada simplesmente com água dá resistências a 7 dias de 12 kg cm^{-2} à flexão e de 34 kg cm^{-2} à compressão. A 28 dias estas tensões de rotura são respectivamente de 36 kg cm^{-2} e 91 kg cm^{-2}, o que indica que as tensões de rotura vão subindo à medida que diminui a dosagem de cal.

Este fenómeno é explicado pelo facto desta pozolana ser obtida pela cozedura, num forno rotativo, a 760º C, duma mistura de 90 % de argila de Monterey com 10 % de calcário. Isto produzirá já uma parcial decomposição do carbonato, que se transformará em cal, ou até mesmo um princípio de clinquerização e daí a resistência própria da pozolana, que aliás, comercialmente, é designada por «compound». Os excelentes resultados obtidos com o cimento pozolânico que com ela se fabrica (Cap. 9) confirmam também a qualidade notável desta pozolana fabricada pela casa Santa Cruz Portland Cement, da Califórnia.

46. Influência da temperatura de conservação nas resistências das pastas de cal e pozolana. — Tal como nas pozolanas naturais, a temperatura de conservação das pastas de cal e pozolana exerce uma influência profunda nas suas tensões de rotura.

Na fig. 40 estão indicadas as tensões de rotura a 7 e 28 dias de pastas normais de 1 de cal e 3 de pozolana conservadas em água a diferentes temperaturas, desde 10 a 24º C. A sensibilidade das pozolanas artificiais à temperatura não é, como se verifica pela comparação desta figura com a fig. 29, diferente da das pozolanas naturais.

CAPÍTULO 7

AS RESISTÊNCIAS DAS CINZAS VOLANTES EM PASTA DE CAL

47. Cinzas volantes utilizadas neste trabalho. — As cinzas volantes que foram estudadas com maior pormenor foram provenientes do despoeiramento dos fumos duma fábrica de cimento nacional. Os resultados dos ensaios tecnológicos foram comparados com os doutras cinzas de origem estrangeira: espanhola e inglesa.

No quadro XX estão indicadas as composições químicas de duas cinzas volantes: uma de origem nacional, e outra de origem espanhola, utilizada nas argamassas de injecção no sistema de colocação de betão designado por «prepakt».

Apesar da dosagem elevada em óxido de cálcio, estas cinzas volantes de origem nacional não fazem prêsa só por si, necessitando para este efeito de serem misturadas com cal, tal como acontece com qualquer pozolana.